

# LAPORAN KEGIATAN PENELITIAN

1300278



## PENGARUH PENAMBAHAN TONGKOL JAGUNG TERHADAP PERFORMA PEMBAKARAN BRIKET BLOTONG (*Filter Cake*)

Oleh

Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng.  
Pmf. Ir. ING Wardana, M.Eng. Ph.D  
Ir. Handono Sasmito, M.Eng.Sc  
M. Zaenal Asrori

Dilaksanakan atas biaya DIPA  
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya berdasarkan kontrak  
No.20/H10.6/PG/2010  
Tanggal 5 April 2010

JURUSAN MESIN / FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2010

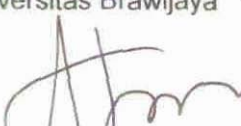
**HALAMAN PENGESAHAN**  
**LAPORAN HASIL PENELITIAN DIPa FAKULTAS TEKNIK 2010**

1. Judul Penelitian : PENGARUH PENAMBAHAN TONGKOL JAGUNG TERHADAP PERFORMA PEMBAKARAN BRIKET BLOTONG (*Filter Cake*)
2. Ketua Peneliti :
- a. Nama Lengkap : Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST,M.Eng
  - b. Jenis Kelamin : L / P
  - c. NIP : 19740121 19903 1 001
  - d. Jabatan Struktural : Penata Muda
  - e. Jabatan Fungsional : Tenaga Pengajar
  - f. Fakultas / Jurusan : Teknik / Mesin
  - g. Pusat Penelitian : Fakultas Teknik Jurusan Mesin Unibraw
  - h. Alamat : Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145 Jawa Timur
  - i. Telpon/Faks : (0341) 554 291
  - j. Alamat Rumah : Perum Bumi Asri Sengkaling CC-1 Malang
  - k. Telpon/Faks/E-mail : (0341) 465425 / [nurkholishamidi@yahoo.com](mailto:nurkholishamidi@yahoo.com)
3. Jumlah Anggota Pelaksana : 3  
Nama Anggota Pelaksana : Prof. Ir. ING Wardana, M.Eng. Ph.D  
Ir. Handono Sasmito, M.Eng.Sc  
M. Zaenal Asrori
4. Jangka Waktu Penelitian : 6 bulan
5. Sumber Dana : DIPa Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
4. Pembiayaan : Rp. 10.000.000,00 (Sepuluh juta Rupiah)

Malang, 1 Desember 2010

Mengetahui,  
Ketua BPP Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya

Ketua Tim Pengusul,

  
Dr. Ir. Mohammad Bisri, MS  
NIP. 19581126 198609 1 001

  
Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST. M.Eng.  
NIP. 19740121 199903 1 001

  
Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya  
  
Prof. Ir. Harnen Sulistio, M.Sc., Ph.D  
NIP. 19570527 198403 1 002



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
ABSTRAKSI	ii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Masalah Penelitian dan Tujuan Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Keutamaan Penelitian	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Blotong Sebagai Bahan Bakar	5
2.2 Bahan Bakar Briket	14
2.3 Temperatur Pembakaran	18
23.1 Nilai Kalor	18
23.2 Temperatur Pembakaran	19
2.3.3 Kecepatan Pembakaran	20
2.3.4 Efisiensi Pembakaran	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Bahan dan Alat Penelitian	21
3.2 Prosedur Penelitian	24
3.3 Diagram Alir Penelitian	19
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Hasil Pengujian	30
4.2 Pembahasan	32
4.3 Analisa Statistik	39
BAB V PENUTUP	45
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## ABSTRAK

Blotong merupakan salah satu biomassa yang berasal dari limbah pabrik gula, seiring dengan kelangkaan bahan bakar minyak, maka diupayakan untuk dapat mengubah blotong menjadi bahan bakar alternatif, salah satunya yaitu dengan membuatnya menjadi briket. Blotong jika dijadikan briket secara langsung memiliki performa pembakaran yang kurang baik karena mempunyai kandungan abu yang tinggi dan kandungan serat yang rendah. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menambahkan tongkol jagung pada blotong. Dengan penambahan tersebut dapat mengurangi kandungan abu dan menambah kandungan serat pada blotong sehingga performa pembakaran menjadi lebih baik. Metode yang digunakan adalah metode experimental. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar persentase tongkol jagung yang ditambahkan dapat meningkatkan performa pembakaran briket blotong. Berdasarkan hasil penelitian, bahwa performa pembakaran yang paling baik dihasilkan pada penambahan tongkol jagung sebesar 15 % dan tekanan pembriketan 5 kg dengan nilai kalor sebesar 2726.588 kal/gr, kecepatan pembakaran 0.3321 kg/jam, temperature pembakaran 556.256 °C.

**Kata kunci:** blotong, tongkol jagung, performa pembakaran





## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi menyebabkan kebutuhan energi dunia menjadi semakin meningkat. Menurut data yang ada, jumlah kebutuhan energi diseluruh dunia saat ini mencapai 14 triliun Watt per hari, atau setara dengan 210 juta barrel minyak bumi. Kebutuhan energi tersebut diprediksi akan mengalami peningkatan menjadi 60 triliun Watt untuk memenuhi permintaan energi dari 8 milyar jiwa penduduk dunia (Kompas, 18 Agustus 2005). Sebagian besar sumber energi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut masih bergantung pada bahan bakar fosil (minyak bumi). Padahal minyak bumi memiliki keterbatasan dalam jumlah dan keberadaanya, karena memiliki sifat yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*), sehingga keberadaanya semakin lama semakin habis.

Dengan melihat kondisi tersebut, diperlukan suatu kegiatan pencarian, perubahan dan pengembangan energi-energi baru dengan harga yang lebih murah dan memiliki sifat dapat diperbaharui (*renewable*). Salah satu upaya untuk memperoleh energi alternatif adalah dengan memanfaatkan limbah padat dari proses produksi gula yang disebut blotong (*filter cake*), karena blotong memiliki nilai kalor yang cukup tinggi yaitu sebesar 4872 kcal/kg (Meunchang, S, 2004).. Selama ini blotong digunakan oleh masyarakat sebagai pupuk organik, karena dalam limbah ini mengandung

bahan organik, mineral, serat kasar, protein kasar dan gula (Abdul Syukur, D, 2006), selain itu blotong juga dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan bakar pada industri tahu, batu bata dan genteng. Akan tetapi pemakaian blotong untuk bahan bakar tersebut masih kurang praktis dan efektif dalam proses pembakaran dan penyimpanannya karena masih dalam bentuk aslinya. Sehingga diperlukan suatu upaya untuk mengubah blotong agar menjadi bahan bakar yang memiliki nilai ekonomis.

Salah satu teknologi paling sederhana yang dapat merubah blotong menjadi lebih praktis adalah dengan mengolahnya menjadi briket. Menurut Bhattacharya, S.C, (1990), biomassa apabila dijadikan briket akan meningkatkan energi per unit volumenya dan keseragaman dalam bentuk dan ukurannya. Blotong yang telah dibuat menjadi briket memiliki banyak kelebihan, disamping sangat ekonomis, apinya berwarna biru, bara api lebih tahan lama, dan panas sangat stabil (Hamawi, M, 2005).

Jika dilihat dari komposisinya, blotong memiliki kandungan abu sebesar 41% (Meunchang, S, 2004). Abu berperan menurunkan mutu bahan bakar, karena dapat menurunkan nilai kalor dari bahan bakar. Abu juga dapat meleleh pada suhu tinggi, membentuk gumpalan yang menutup lubang saluran udara primer pada ruang bakar, sehingga dapat mengganggu proses pembakaran (Djokosetyardjo, M.J, 1993). Selain itu, blotong hanya memiliki kandungan serat sebesar 4,3-6,5% (Abdul Syukur, D. 2006), sehingga agak sulit dalam proses penyalaan awalnya.

Untuk meningkatkan kualitas blotong sebagai bahan bakar, maka diperlukan penambahan bahan campuran agar dapat membantu mengurangi kadar abu dan memudahkan proses penyalaan awal sehingga performanya meningkat. Bahan campuran yang dipilih untuk ditambahkan pada blotong adalah tongkol jagung. Tongkol jagung merupakan limbah padat pertanian yang jumlahnya sangat melimpah, sehingga dapat meningkatkan nilai tambah dari limbah pertanian itu sendiri. Jika ditinjau dari komposisinya tongkol jagung memiliki kadar abu sebesar 1,49% dan memiliki kandungan serat yang sangat besar yaitu 29,89% (Adan, I.U., 1998). Sehingga penambahan tongkol jagung pada briket blotong dapat meningkatkan performa pembakarannya.

Dari latar belakang diatas maka perlu diadakan penelitian mengenai pengaruh penambahan bahan campuran yang berupa tongkol jagung terhadap performa pembakaran briket blotong.

## 1.2 Masalah Penelitian dan Tujuan Penelitian

Dari latar belakang di atas dapat ditarik masalah, bagaimana pengaruh penambahan bahan campuran yang berupa tongkol jagung terhadap performa pembakaran briket blotong, dalam usahanya mendapatkan komposisi campuran yang tepat untuk menghasilkan performa pembakaran yang maksimal. Supaya masalah tersebut di atas dapat dipecahkan, tujuan khusus yang akan dicapai dalam penelitian ini

adalah mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung terhadap performa pembakaran bahan bakar briket blotong yang meliputi :

- permeabilitas briket
- nilai kalor
- temperatur pembakaran
- kecepatan pembakaran
- efisiensi pembakaran

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung pada blotong (*filter cake*) terhadap performa pembakaran bahan bakar briket blotong yang meliputi nilai kalor, temperatur pembakaran, kecepatan pembakaran, dan efisiensi pembakaran.

### 1.4 Keutamaan Penelitian

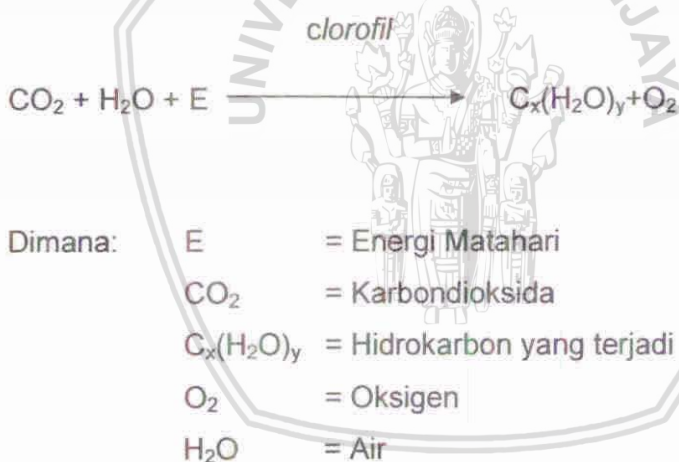
Bila tujuan penelitian di atas dapat tercapai maka akan memberikan manfaat sebagai berikut yang menunjukkan keutamaan penelitian ini.

1. Membantu mengurangi ketergantungan masyarakat pada bahan bakar minyak (minyak tanah).
2. Membantu meningkatkan pemanfaatan limbah pabrik gula dan limbah pertanian agar tidak mencemari lingkungan.
3. Meningkatkan nilai ekonomis limbah pabrik gula (blotong) dan limbah pertanian (tongkol jagung) sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar briket.
4. Hasil penelitian ini akan dapat menambah ilmu dan wawasan dalam bidang bahan bakar dan teknologi pembakaran.

## BAB II KAJIAN PUSTAKA

### 21 Blotong Sebagai Bahan Bakar

Bahan bakar padat bukan fosil merupakan produk dari fotosintesis yang berupa tumbuh-tumbuhan atau biomassa. Fotosintesis adalah proses dimana butir-butir hijau daun (*clorofil*) yang bekerja sebagai sel surya menyerap energi matahari dan mengkonversikan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dengan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) menjadi suatu senyawa karbon, hidrogen dan oksigen (Kadir, A, 1996). Proses fotosintesis adalah sebagai berikut :

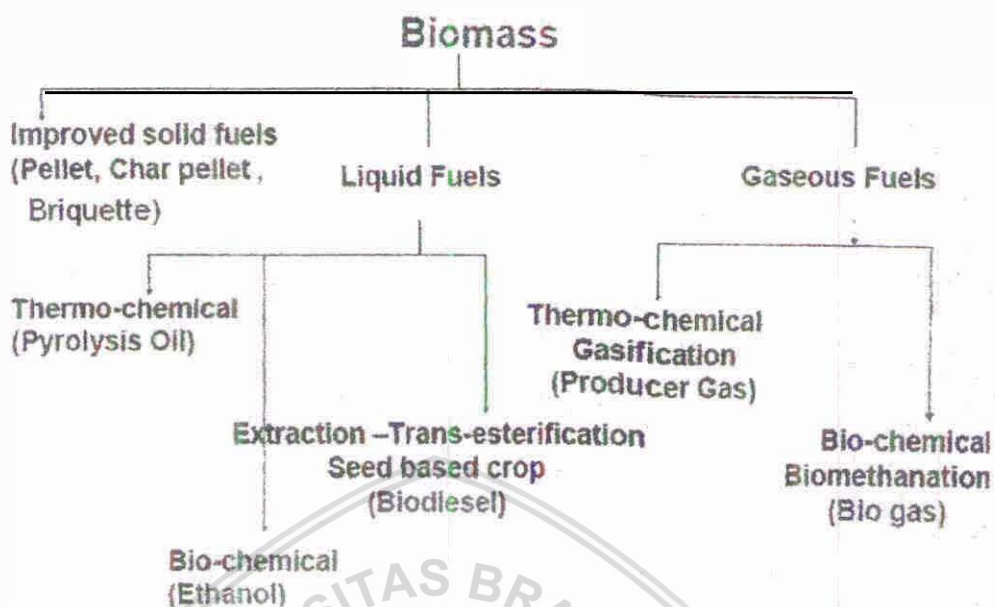


Hidrokarbon yang terjadi dapat berbentuk gula tebu atau gula bit yang mempunyai rumus kimia  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_5$  ataupun misalnya berbentuk selulosa yang mempunyai rumus kimia  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ . Dengan proses ini, tumbuhan dapat terus tumbuh dan berkembang yang kemudian dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan manusia yang salah



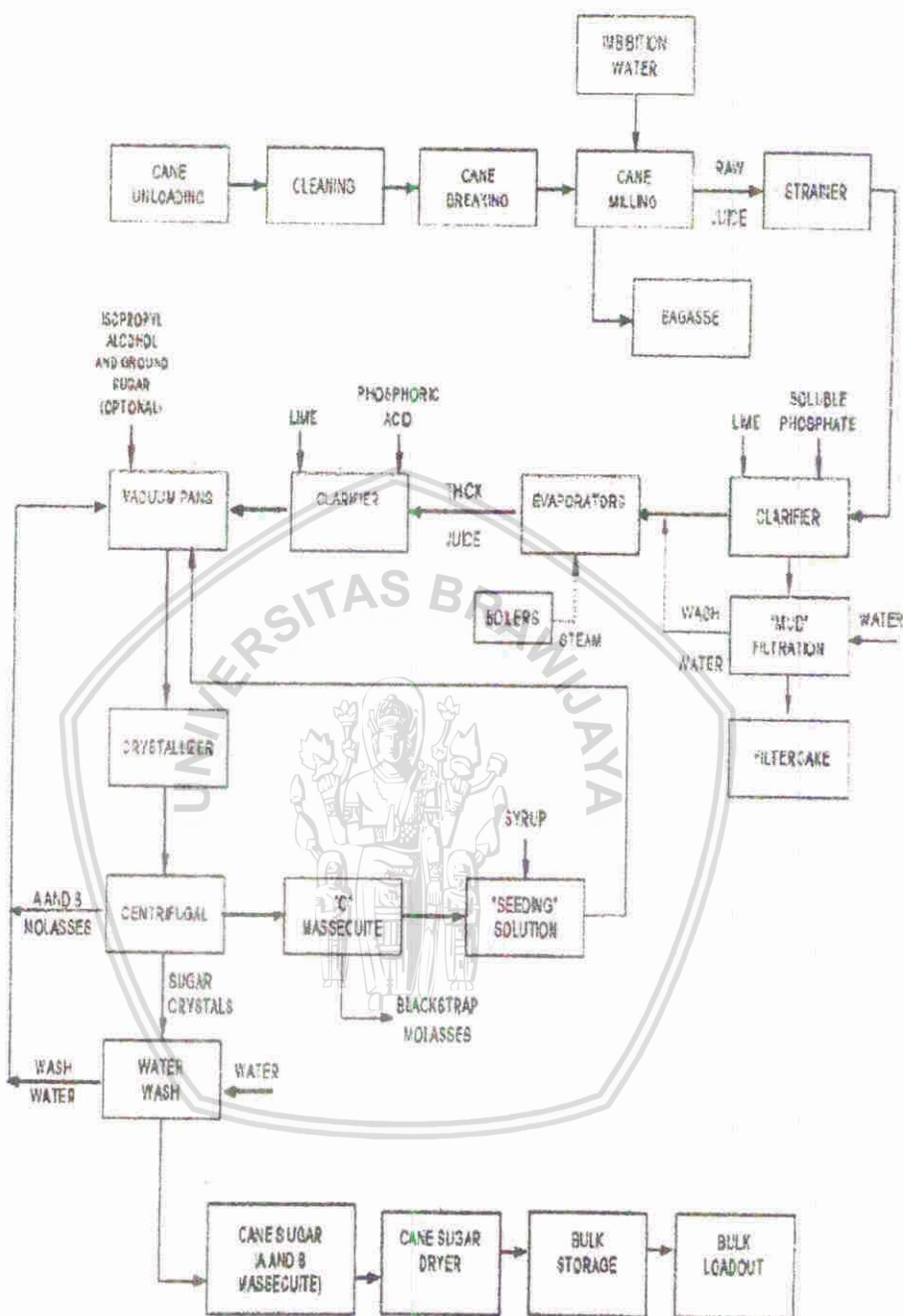
satunya adalah dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Dalam pemanfaatannya sebagai bahan bakar, biomassa dapat dimanfaatkan langsung sebagai bahan bakar atau diolah terlebih dahulu dalam bentuk lain dengan memberikan beberapa perlakuan, misalnya perlakuan panas. Sedangkan yang dimanfaatkan langsung misalnya kayu bakar dan yang diolah terlebih dahulu adalah arang kayu.

Menurut Annurada, G, (2006), biomassa adalah bahan organik yang mengandung baik secara langsung ataupun tidak langsung energi dari cahaya matahari melalui proses fotosintesis, yang merupakan kelompok biomassa meliputi limbah pertanian, limbah perhutanan, limbah agro industri, kotoran binatang, dan tanaman air. Biomassa merupakan salah satu energi alternatif yang memiliki sifat dapat diperbaharui (*renewable energy*) dan banyak tersedia di alam. Biomassa sebagai bahan bakar alternatif menyediakan energi sebesar  $3 \cdot 10^{12}$  J pertahun dan yang dimanfaatkan hanya dibawah 2% sebagai bahan bakar. Selain dijadikan sebagai bahan bakar padat, biomassa juga dapat dijadikan sebagai bahan bakar cair dan gas. Pemanfaatan biomassa dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut ini :

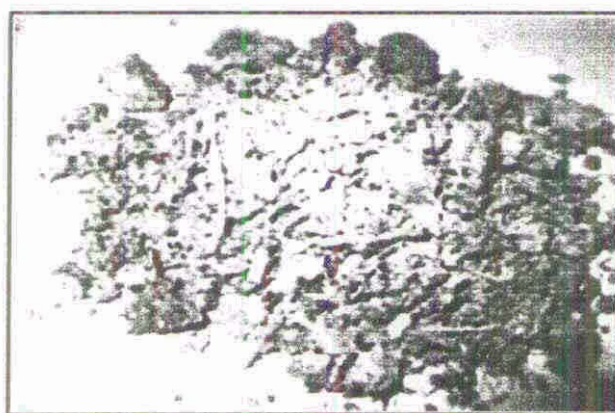


Gambar 2.1: Efektivitas pemanfaatan biomassa  
Sumber: Annuarda, 2006.

Blotong (*filter cake*) merupakan limbah agro-industri yang bisa dijadikan sebagai bahan bakar alternatif biomassa. Secara rata-rata blotong memiliki nilai kalor yang tinggi yaitu sebesar 4872 kcal/kg (Meunchang, 2004). Blotong merupakan hasil endapan (limbah pemurniaan) nira sebelum dimasak dan dikristalkan menjadi gula pasir. Gambar 2.2 menunjukkan skema terbentuknya blotong dari pabrik gula. Blotong umumnya berbentuk seperti tanah berpasir berwarna hitam (Gb.2.3), bila tidak segera kering akan menimbulkan bau busuk yang menyengat (Hamawi, M, 2005).



Gambar 2.2 :Skema terbentuknya blotong  
Sumber : Akbar, N, 2006



Gambar 2.3: Blotong kering (filter cake)

Sumber: Hamawi, M, 2005

Secara tradisional, blotong dimanfaatkan oleh masyarakat disekitar pabrik gula sebagai bahan bakar industri tahu, batu bata dan genteng. Akan tetapi pemakaian blotong untuk bahan bakar tersebut masih kurang praktis dan efektif dalam proses pembakaran dan penyimpanannya karena masih dalam bentuk aslinya. Ada beberapa usaha yang dilakukan warga dalam penggunaan blotong tersebut sebagai bahan bakar. Blotong yang baru diambil dari pabrik gula dalam kondisi lembek atau hancur oleh warga dipadatkan dengan diinjak-injak. Untuk mempercepat pemandatan, biasanya juga disiram air. Setelah cukup padat dan dibiarkan beberapa hari blotong sudah bisa dibentuk kotak-kotak dan bisa langsung digunakan sebagai bahan bakar (Kholis, 2003).

Usaha lain yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas bahan bakar blotong ini adalah dengan pembuatan briket (Hamawi, 2005). Briket merupakan bahan bakar yang berbentuk padat dan termasuk bahan bakar



alternatif atau merupakan pengganti bahan bakar minyak yang paling murah dan memungkinkan untuk dikembangkan secara massal dalam waktu yang relatif singkat mengingat teknologi dan peralatan yang digunakan relatif sederhana. Blotong yang telah dibuat menjadi briket memiliki banyak kelebihan, disamping sangat ekonomis, apinya berwarna biru, bara api lebih tahan lama, dan panas sangat stabil (Hamawi, M, 2005). Menurut Bhattacharya, S.C, (1990), biomassa apabila dijadikan briket akan meningkatkan energi per unit volumenya dan keseragaman dalam bentuk dan ukurannya.

Komposisi kimia blotong yang berdasarkan analisa *proximate* dapat dilihat pada tabel 2.1 dan untuk analisa *ultimate*-nya dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.1 Komposisi blotong berdasarkan analisa *proximate*

No.	Komposisi	Persentase
1.	Air	60 – 78
2.	Sucrose	2,0 – 2,1
3.	Nitrogen	0,2 – 2,7
4.	Serat	4,3 – 6,5
5.	Abu	41,00
6.	P20s	0,4 – 1,11
7.	K20	0,02
8.	CaO	0,8 – 1,1

Sumber: Abdul Syukur, D, 2006



Tabel 2.2 Komposisi blotong berdasarkan analisa ultimate

No	Komposisi	Persentase
1.	Karbon (C)	46,29
2.	Hidrogen (H)	6,86
3.	Nitrogen (N)	5,05
4.	Sulfur (S)	0,77
5.	Klorin(Cl)	0,03
6.	Abu (Ash)	41,0

Sumber: Meunchang, S, 2004

Jika dilihat dari komposisinya, blotong memiliki kandungan abu sebesar 41% (Meunchang, S, 2004). Selain itu, blotong hanya memiliki kandungan serat sebesar 4,3-6,5% (Abdul Syukur, D, 2006). Abu berperan menurunkan mutu bahan bakar, karena dapat menurunkan nilai kalor dari bahan bakar. Dalam proses pembakaran, dengan kadar abu yang tinggi dan kadar serat yang rendah dapat mempersulit penyalaan awal dari bahan bakar itu sendiri, karena abu merupakan bahan yang tidak dapat terbakar. Selain itu, abu juga dapat meleleh pada suhu tinggi, membentuk gumpalan yang menutup lubang saluran udara primer pada ruang bakar, sehingga dapat mengganggu proses pembakaran (Djokosetyardjo, M.J, 1993).

Dengan melihat kondisi tersebut, maka diperlukan penambahan bahan campuran pada blotong agar dapat membantu mengurangi kadar

abu dan meningkatkan kadar **seratnya** sehingga dapat meningkatkan performa **pembakaran**. Juniar S.N (2008) melakukan penelitian tentang pengaruh **penambahan ampas** tebu pada **briket blotong**. Penelitian tersebut dilakukan dengan memvariasikan **persentase ampas** tebu pada briket **blotong**. Variabel terikat yang diuji adalah nilai **kalor**, **kecepatan pembakaran**, **efisiensi pembakaran** dan **temperatur pembakaran**. Hasil penelitian adalah semakin besar **persentase ampas** tebu sebagai **pengikat** maka **performa** pembakaran **semakin meningkat**. Nilai **kalor** paling besar diperoleh pada **penambahan ampas** tebu sebesar **15%**, sebesar **3591,409kal/gr**. **Kecepatan** pembakaran paling besar diperoleh pada **penambahan ampas** tebu sebesar **15%**, sebesar **0,5596kg/jam**. **Efisiensi** pembakaran paling besar diperoleh pada **penambahan ampas** tebu sebesar **15%**, sebesar **83,5952%**. **Temperatur** pembakaran paling besar diperoleh pada **penambahan ampas** tebu sebesar **15%**, sebesar **557,2579°C**.

Sampai saat ini **penelitian-penelitian** terhadap pemanfaatan **blotong** sebagai bahan **bakar biomassa** masih sangat minim. **Informasi** tentang penggunaan bahan **campuran** untuk **peningkatan kualitas** briket blotong juga tidak terlalu **banyak**. Sehingga perlu adanya **kajian-kajian** terhadap bahan atau **limbah-limbah** pertanian yang lain untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan **campuran** dalam bahan bakar **briket blotong**. Dalam studi ini kami **mencoba meneliti** **tongkol jagung** sebagai bahan **campuran briket blotong**. Tanaman jagung merupakan **komoditas pertanian** yang cukup

penting baik sebagai pangan maupun pakan ternak. Pada budidaya tanaman jagung dihasilkan produk utama berupa jagung pipilan dan produk samping berupa tongkol jagung (Adan, I.U, 1998 ). Potensi tongkol jagung yang dihasilkan adalah sebesar 1 ton/Ha. Pemanfaatan tongkol jagung yang merupakan limbah padat pertanian yang jumlahnya sangat melimpah tersebut akan juga dapat meningkatkan nilai tambah dari limbah pertanian itu sendiri. Pada tabel berikut ini ditampilkan hasil analisa kandungan tongkol jagung.

Tabel 2.3 Hasil Analisis Kandungan Tongkol Jagung

No	Kandungan	Persentase
1.	Kadar air	59,21
2.	Bahan Kering	40,79
3.	Protein Kasar	3,25
4.	Lemak Kasar	0,33
5.	Serat	28,89
6.	Abu	1,49
7.	BETN	65,04
8.	TDN	46,68

Sumber : Adan, I.U, 1998

Jika ditinjau dari komposisinya tongkol jagung memiliki kadar abu yang sangat rendah sebesar 1,49%. Selain itu, tongkol jagung memiliki sifat mudah dibakar karena memiliki kandungan serat yang sangat besar

yaitu 28,89% (Adan, I.U, 1998). Sehingga memiliki potensi untuk dijadikan bahan campuran dalam briket blotong.

Berdasarkan uraian kajian pustaka di atas, diketahui bahwa penambahan bahan campuran berkadar abu rendah dan berserat tinggi berpotensi menaikkan performa bahan bakar briket blotong. Tongkol jagung merupakan limbah pertanian yang memiliki potensi untuk digunakan sebagai campuran bahan bakar briket blotong. Selain jumlahnya melimpah, tongkol jagung memiliki kadar abu rendah dan serat tinggi. Dengan semakin besar persentase tongkol jagung yang ditambahkan pada bahan bakar briket blotong menyebabkan kandungan abunya berkurang, akan tetapi kandungan serat serta nilai kalornya bertambah, sehingga mutu bahan bakar dan performa pembakarannya meningkat.

## 2.2 Bahan Bakar Briket

Menurut Adan, I.U, (1998), briket adalah gumpalan yang terbuat dari bahan lunak yang dikeraskan. Briket merupakan bahan bakar yang berbentuk padat dan termasuk bahan bakar alternatif yang merupakan pengganti bahan bakar minyak yang paling murah dan memungkinkan untuk dikembangkan secara massal dalam waktu yang relatif singkat mengingat teknologi dan peralatan yang digunakan relatif sederhana.

Salah satu teknologi yang dapat berubah biomassa menjadi lebih praktis dan ekonomis, yaitu briket (Wilaipon, P, 2003). Biomassa tersebut

apabila dijadikan briket akan meningkatkan energi per unit volume dan keseragaman dalam bentuk dan ukuran (Bhattacharya, S.C, 1990). Briket merupakan salah satu metode pengelompokan material dengan cara *compaction*. Pada dasarnya prinsip pembuatan briket adalah dengan memberikan tekanan pada piston untuk meringkas material dalam cetakan sehingga membentuk briket (Wilaipon, P, 2003). Kelebihan dari pemakain briket antara lain:

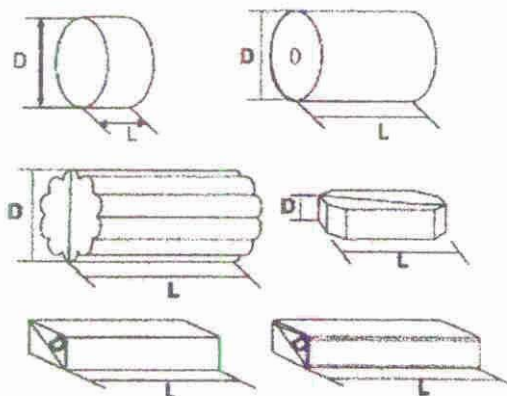
- a. Briket sangat baik sebagai pengganti kayu
- b. Memiliki nyala api yang kecil dan asap yang rendah
- c. Pembakaran dengan panas yang tetap dan tahap lama
- d. Sangat cocok untuk memasak yang membutuhkan waktu yang lama

Menurut Ula, A.Z, (2000), pembuatan briket pada dasarnya terdiri dari tahapan-tahapan proses yang sama. Tahapan proses tersebut adalah:

- a. Penyiapan bahan dasar untuk briket
- b. Peremukan bahan dasar
- c. Pencampuran bahan dasar dengan pengikat
- d. Pencetakan (pembriketan)
- e. Pengeringan

Pada gambar 2.4 dan 2.5 dibawah ini dapat dilihat beberapa contoh dari bentuk briket biomassa berdasarkan standard eropa ( CEN/ The European Committee For Standarization)





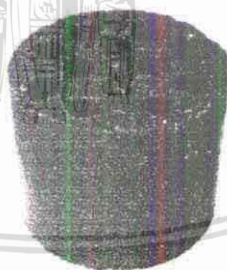
Gambar 2.4 : Bentuk briket biomassa

Sumber : Belbo, H, 2006

Dimana:

L = Panjang briket

D = Diameter briket



Gambar 2.5 : Contoh briket biomassa di Eropa

Sumber : Belbo, H, 2006

Sedangkan dimensi briket biomassa yang diijinkan berdasarkan standard DIN dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2.4 Ukuran dari briket biomassa yang diijinkan

Fuel Class	Length	Cross section or width and length
HP 1	>30 cm	>10 cm
HP 2	15 – 30 cm	6 – 10 cm
HP 3	10 – 16 cm	3 – 7 cm
HP 4	< 10 cm	1 – 4 cm
HP 5	< 5 cm	0,4 – 1 cm

Sumber: Hartman, H, 1999

Briket yang bermutu baik sebagai bahan bakar memiliki sifat seperti dibawah ini, antara lain:

1. Tidak berasap dan tidak bau. Dimana asap dapat dikurangi dengan menggunakan pengikat yang tidak berasap dan mampu menyerap bau. (Soedjoko dan Wardoyo, 1987)
2. Mempunyai kekuatan tekan lebih dari 6 kgf/cm<sup>2</sup>, sehingga tidak mudah pecah saat dipindahkan atau diangkat. (Soedjoko dan Wardoyo, 1987)
3. Mempunyai temperatur pembakaran tetap (350 °C). Lama pembakaran dalam temperatur tetap (350 °C) dapat diusahakan dengan mengatur pemasukan udara dalam batas tertentu, sehingga akan memperlama waktu pembakaran tanpa menurunkan temperatur pembakaran. (Soedjoko dan Wardoyo, 1887)

1300278

4. Gas hasil pembakaran tidak mengandung CO yang tinggi. (Abdullah, 1991)
5. Tidak mengotori tangan, tidak terlalu cepat terbakar, dapat menyala terus tanpa dikipas. (Soedjoko dan Wardoyo, 1987)

### 2.3 Performa Pembakaran

Performa pembakaran adalah berbagai karakteristik pembakaran yang ditentukan oleh faktor waktu, suhu, dan kualitas udara. Karakteristik pembakaran bahan bakar padat dipengaruhi oleh jumlah bahan bakar yang dibakar dan jenis tungku yang digunakan (Wijayanti, W, 2003).

#### 2.3.1 Nilai Kalor

Nilai kalor pembakaran adalah energi panas yang dilepaskan oleh satu satuan massa bahan bakar ketika terjadi pembakaran sempurna dalam keadaan *steady-flow* (Cengel, Y.A, 2002). Nilai kalor pembakaran diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu: nilai kalor pembakaran tinggi (*High Heating Value* atau HHV) dan nilai kalor pembakaran rendah (*Low Heating Value* atau LHV).

Nilai kalor pembakaran tinggi (HHV) adalah energi panas yang dilepaskan oleh satu satuan massa bahan bakar tanpa memperhitungkan jumlah kalor yang dikeluarkan akibat terbentuknya uap air ( $H_2O$ ). Sedangkan nilai kalor rendah (LHV) adalah energi panas yang

dilepaskan oleh satu satuan massa bahan bakar dengan memperhitungkan kerugian panas akibat terbentuknya uap air ( $H_2O$ ).

Dari definisi tersebut dapat diketahui bahwa perbedaan antara HHV dan LHV merupakan panas laten dari sejumlah uap air dalam gas hasil pembakaran bahan bakar apabila pembakarannya memakai udara kering, dan dapat dirumuskan sebagai berikut (Cengel, Y.A, 2002).:

$$HHV = LHV + (mh_{fg}) H_2O$$

Dimana  $m$  adalah massa dari produk  $H_2O$  persatuan massa bahan bakar dan  $h_{fg}$  adalah entalpi penguapan dari air pada temperatur tertentu. (Cengel, Y.A, 2002).

### 2.3.2 Temperatur Pembakaran

Temperatur pembakaran adalah temperatur yang dihasilkan oleh produk pembakaran bila reaksi berlangsung secara sempurna dan semua panas yang dilepaskan digunakan sebagai panas produk. Untuk memperoleh temperatur maksimum, bahan bakar harus direaksikan dengan oksigen secara stoikiometris dan reaksi pembakaran harus sempurna. Bila pembakaran dilakukan dengan mereaksikan bahan bakar dan udara ( $O_2$  dan  $N_2$ ), maka temperatur yang akan diperoleh lebih rendah karena sejumlah panas digunakan untuk meningkatkan temperatur nitrogen dan kerugian karena pembakaran tidak sempurna (Wijayanti, W, 2003). Temperatur pembakaran dipengaruhi oleh jenis bahan bakar, besarnya udara atau banyaknya oksigen, dan jenis pembakarannya.

### 2.3.3 Kecepatan Pembakaran

Pada pembakaran difusi kecepatan pembakaran dapat didefinisikan banyaknya massa bahan bakar yang terbakar tiap satuan waktu. Dimana besarnya kecepatan pembakaran dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$\text{Kecepatan Pembakaran} = \frac{\text{Massa bahan bakar awal} - \text{Massa bahan bakar akhir}}{\text{Waktu Pembakaran}}$$

(Hudaya, 1981: 73)

### 2.3.4 Efisiensi Pembakaran

Menurut Hudaya dan Winarto (1981), efisiensi pembakaran merupakan perbandingan antara selisih energy yang dikandung oleh bahan bakar pada awal pembakaran dan sisi pembakara terhadap energy yang dikandung bahan bakar awal, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Pembakaran} = \frac{\text{Nilai kalor bahan bakar awal} - \text{Nilai kalor bahan bakar sisa}}{\text{Nilai kalor bahan bakar awal}} \times 100\%$$

(Hudaya, 1981: 75)



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Bahan dan *Mat* Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode true eksperimental. Metode ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung terhadap performa pembakaran yang meliputi nilai kalor, temperatur pembakaran, kecepatan pembakaran dan efisiensi pembakaran pada bahan bakar blotong (*Filter Cake*) yang dijadikan sebagai briket blotong.

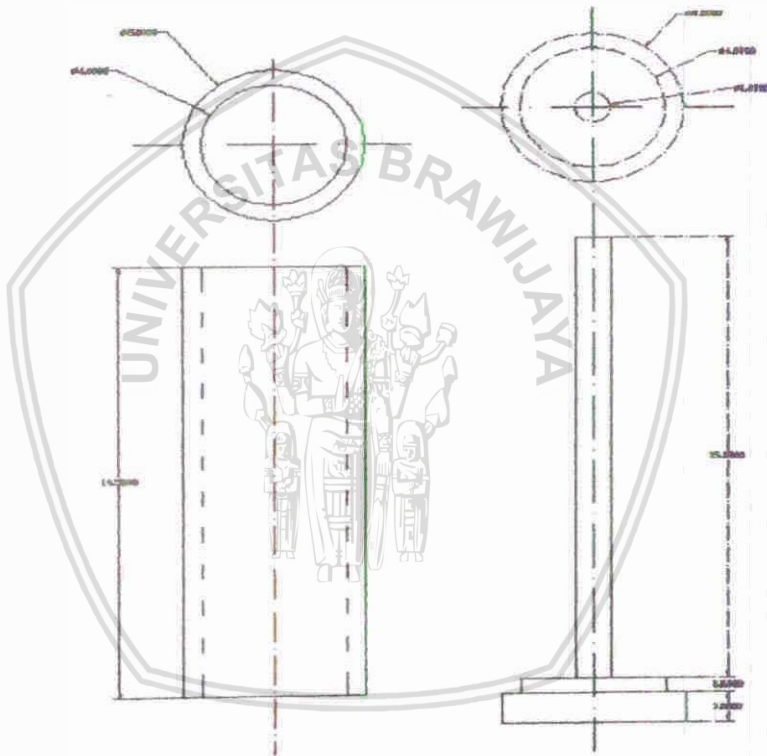
Penelitian akan dilakukan pada bulan Maret-Agustus 2019 Tempat yang digunakan untuk penelitian yaitu:

1. Laboratorium Motor Bakar, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk menguji nilai kalor.
2. Laboratorium Proses Produksi I, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk melakukan pengepresan briket.
3. Laboratorium Lingkungan, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang, untuk menguji kadar karbon (C) dari blotong dan tongkol jagung

Bahan dasar utama yang dipakai dalam penelitian ini adalah blotong (*filter cake*) dan tongkol jagung. Alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

### 1. Cetakan Briket

Cetakan ini digunakan untuk membuat campuran serbuk blotong dan tongkol jagung menjadi briket. Pada penelitian ini menggunakan cetakan briket yang berbentuk silinder, bahan dari baja, seperti yang terlihat pada gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3.1 Cetakan Briket

Tinggi (h)	= 14 cm
Diameter dalam	= 4 cm
Diameter luar	= 5 cm
Diameter poros	= 1 cm

## 2. Alat Press Hidrolik

Alat press ini digunakan dalam proses pembuatan briket. Spesifikasi dari mesin press ini adalah sebagai berikut :

Merk	: Hydraulic Press Nagasaki Jack Co., LTD
Type	: NSP-15
Kapasitas	: 600 kg/cm <sup>2</sup>
Buatan	: Nagasaki Jack Co., LTD, Japan

## 3. Timbangan Digital

Timbangan ini digunakan untuk mengukur berat dari bahan yang digunakan dalam pembuatan briket blotong yang terdiri dari blotong dan ampas tebu. Serta digunakan untuk menimbang berat briket yang telah dibakar untuk diketahui pengurangan massanya.

## 4. Tungku Pembakaran

Tungku yang digunakan adalah tungku tipe sarang tawon dengan penambahan 6 lubang pada dinding dalamnya. Alat ini digunakan sebagai tempat melakukan proses pembakaran briket blotong.

## 5. *Adiabatic Calorimeter*

Alat ini digunakan untuk menguji nilai kalor dari briket blotong yang dihasilkan, sehingga dapat diketahui berapa nilai kalor dari briket blotong tersebut.

## 6. Termokopel

Merupakan sensor temperatur yang digunakan untuk mengukur temperatur pembakaran di ruang bakar.

### 1. Analog Digital Converter (ADC)

Berfungsi untuk mengkonversikan sinyal analog yang berupa tegangan dari sensor menjadi sinyal digital agar dapat dibaca oleh computer. Bahasa program yang digunakan adalah Visual Basic.

## 3.2 Prosedur Penelitian

### 1. Pembuatan Briket Blotong

Dalam melakukan pembuatan briket blotong, maka langkah-langkah yang harus dilakukan antara lain :

1. Blotong dan tongkol jagung dikeringkan dengan cara dijemur dengan sinar matahari kurang lebih selama 7 hari untuk memastikan bahwa blotong dan tongkol jagung sudah benar-benar kering .
2. Blotong yang sudah kering kemudian diayak untuk mendapatkan ukuran butir yang lebih seragam.
3. Serbuk blotong kemudian dicampur dengan tongkol jagung dengan besar komposisi yang telah ditentukan.
4. Campuran antara blotong dan tongkol jagung kemudian ditimbang seberat 50 gr untuk setiap briket. Setelah itu dimasukan ke dalam cetakan dan di press. Perbandingan besarnya persentase tongkol jagung dengan blotong, adalah: {(0:100); (2:98); (6:94); (10:90); (15:85)} dalam persentase berat.
5. Setelah jadi, briket dikeringkan . Setelah kering briket siap digunakan sebagai bahan bakar.

## 2. Pengujian Nilai Kalor

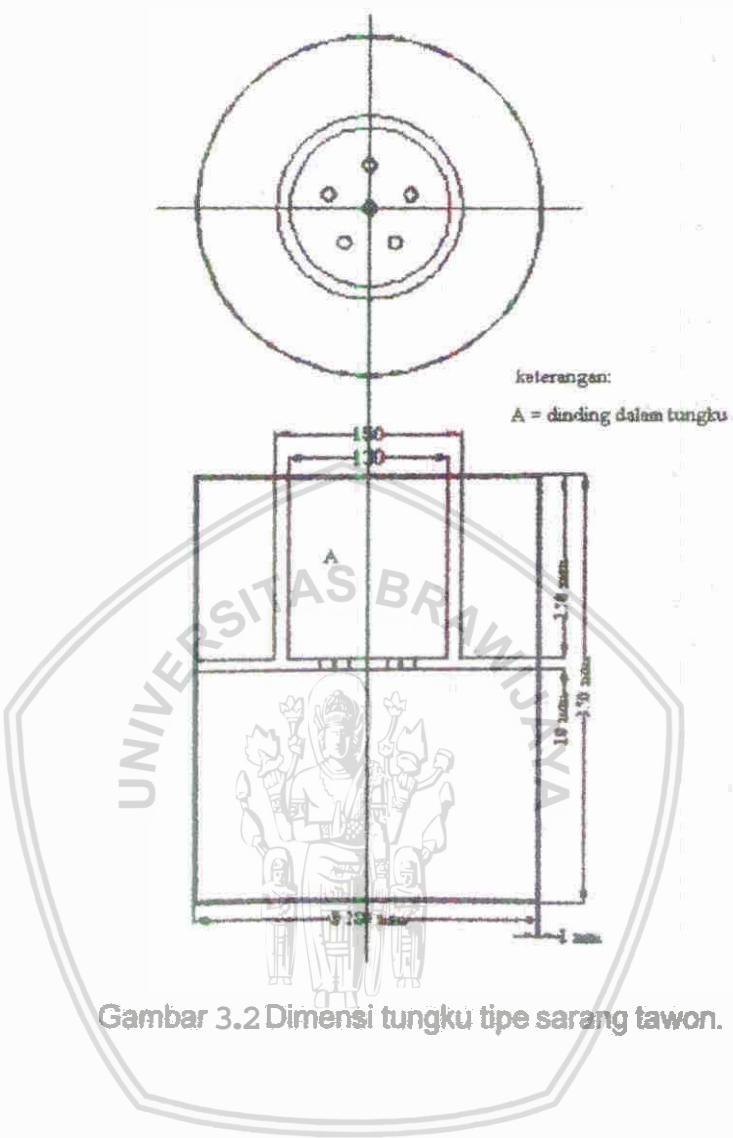
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai kalor dari briket, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan alat adiabetic kilometer di Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya.

## 3. Pengujian Temperatur Pembakaran

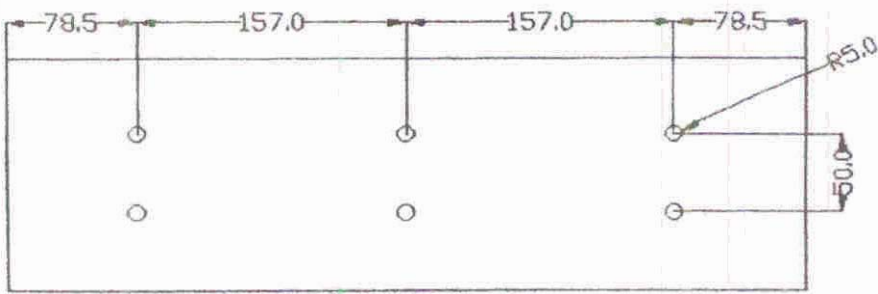
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya temperatur pembakaran dari briket blotong, dengan menggunakan alat thermokopel. Gambar 3.2 merupakan gambar dari dimensi tungku yang digunakan untuk penelitian, yaitu tungku tipe sarang tawon dengan penambahan 6 lubang pada dinding dalamnya.

Pada gambar dimensi tungku tipe sarang tawon di atas, huruf A menunjukkan dinding dalam tungku yang diberi lubang. — mengetahui jarak antar lubang pada dinding dalam, maka dinding dalam direbahkan sehingga dapat dilihat dimensinya seperti pada gambar 3.3.



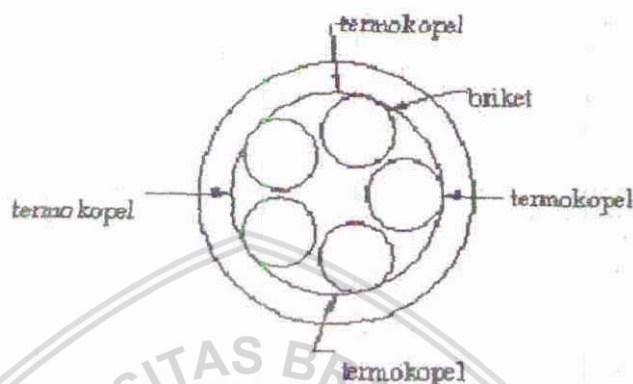


Gambar 3.2 Dimensi tungku tipe sarang tawon.



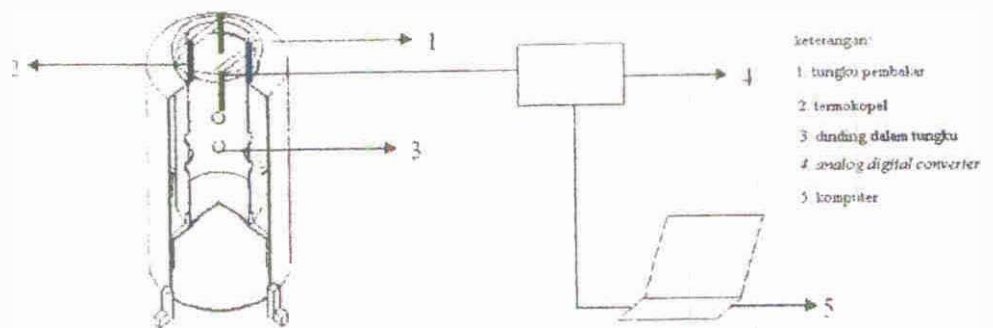
Gambar 3.3 Gambar dinding dalam tungku dengan 6 lubang

Untuk peletakan termokopel dapat dilihat pada gambar 3.4 di bawah ini :



Gambar 3.4 Peletakan termokopel

Pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan 15 briket blotong pada bagian dalam tungku, kemudian termokopel diletakkan pada tungku seperti pada gambar 3.4 di atas. Kemudian termokopel dihubungkan dengan ADC (*analog digital converter*), dan kabel output dari ADC dihubungkan ke komputer. Setelah semua terhubung, kemudian komputer dinyalakan dan program pengambilan data dijalankan. Atur lama pengambilan data, setelah briket di bakar tekan *start* pada program. Temperatur hasil pembakaran secara langsung akan disimpan dalam komputer. Skema instalasi dan alat yang digunakan dalam pengujian tempeatur pembakaran dapat dilihat pada gambar 3.5 di bawah ini :



Gambar 3.5 Instalasi penelitian untuk mengukur temperatur pembakaran

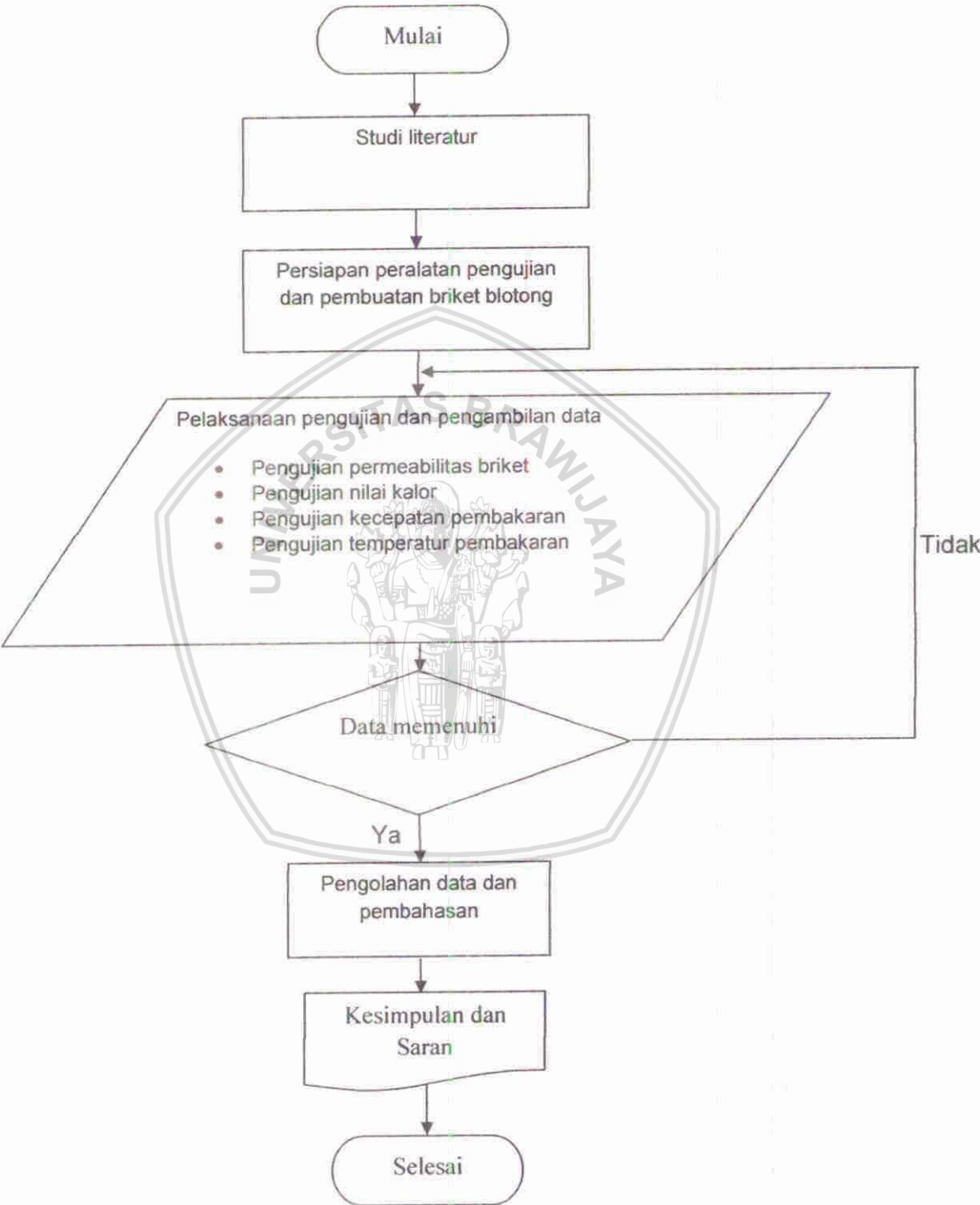
#### 5. Pengujian Kecepatan Pembakaran

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur massa bahan bakar awal dan massa bahan bakar akhir (setelah dilakukan pembakaran selama 1 jam). Kemudian besarnya nilai kecepatan pembakaran dihitung berdasarkan persamaan :

$$\text{Kecepatan Pembakaran} = \frac{\text{Massa bahan bakar awal} - \text{Massa bahan bakar akhir}}{\text{Waktu Pembakaran}}$$

(Hudaya, 1981)

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data Hasil Pengujian

Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh data nilai kalor kandungan abu, temperatur, kecepatan dan efisiensi pembakaran dari briket blotong dengan penambahan tongkol jagung sebesar 0%, 2%, 6%, 10%, 15%. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1 untuk data nilai kalor dan kandungan abu dari blotong dan tongkol jagung, tabel 4.2 dan 4.3 untuk data temperatur dan kecepatan pembakaran briket blotong.

Tabel 4.1 Nilai kalor, kandungan abu dari blotong dan tongkol jagung

Persentase Tongkol Jagung (%)	Nilai Kalor (kal/gr)	Kandungan Abu (%)
0	2174.063	33
2	2438.314	30
6	2486.360	29.5
10	2570.439	28.5
15	2726.588	27.5
100	4059.853	5



Tabel 4.2 Temperatur dan Kecepatan Pembakaran (tekanan pembriketen 5 kg)

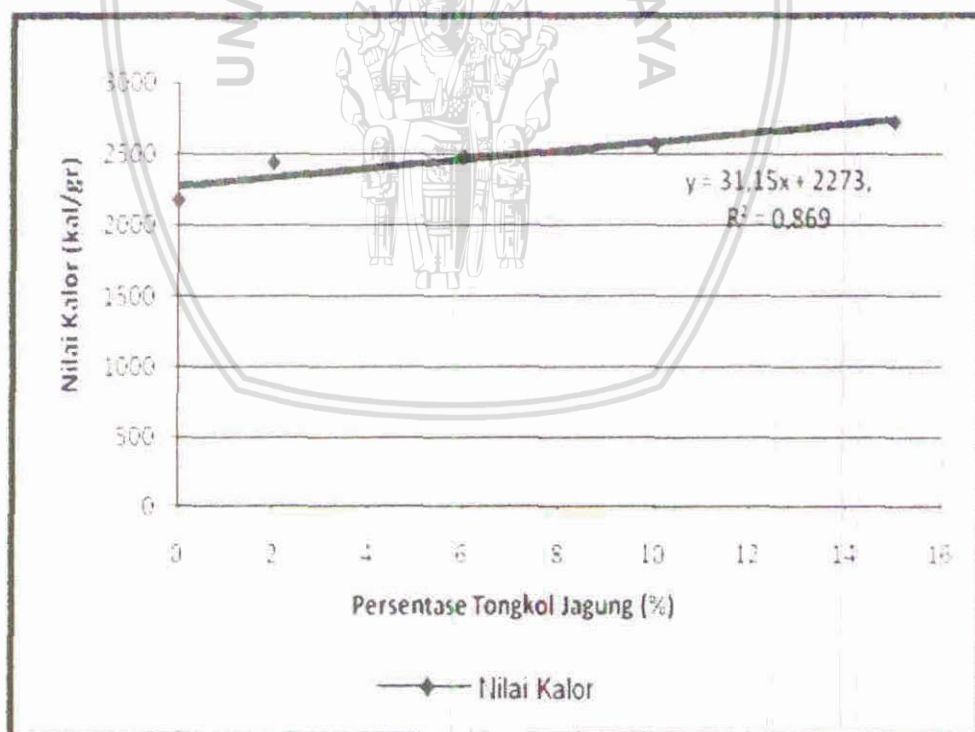
Persentase Tongkol Jagung (%)	Temperatur Maksimal (°C)	Kecepatan (kg/jam)
0	435.415	0.1244
2	441.956	0.2571
6	485.019	0.2989
10	487.266	0.3091
15	556.256	0.332

Tabel 4.3 Temperatur dan Kecepatan Pembakaran (tekanan pembriketen 10 kg)

Persentase Tongkol Jagung (%)	Temperatur Maksimal (°C)	Kecepatan (kg/jam)
0	426.742	0.1155
2	438.173	0.1952
6	475.765	0.2558
10	483.373	0.2939
15	526.436	0.3096

## 4.2 Pembahasan

Gambar 4.1 menunjukkan hubungan antara penambahan tongkol jagung dengan nilai kalor briket blotong. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa ada kecenderungan peningkatan nilai kalor briket blotong dengan variasi penambahan tongkol jagung sebesar 0%-15%. Hal ini ditunjukkan dengan semakin besar persentase tongkol jagung yang diimbuhkan maka nilai kalornya juga semakin meningkat. Dapat dilihat nilai kalor tertinggi terdapat pada penambahan tongkol jagung 15% nilai kalornya sebesar 2726.588 kal/gr.

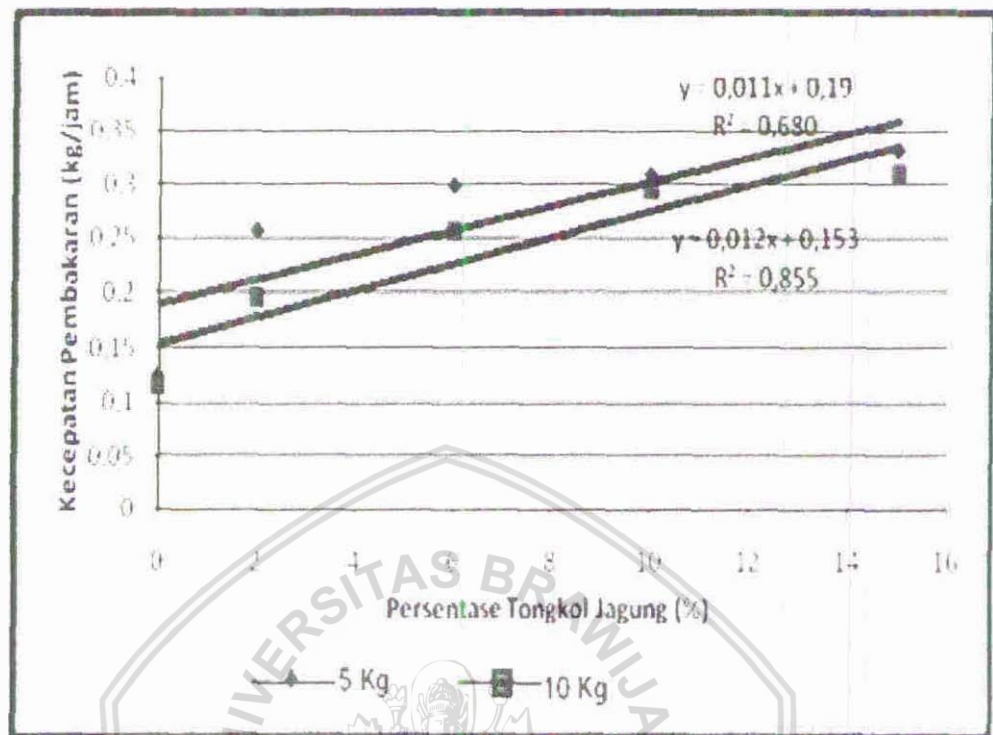


Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Nilai Kalor Briket Blotong

Dari Gb. 4.1 tampak bahwa besarnya persentase tongkol jagung yang ditambahkan sebanding dengan besarnya nilai kalor briket blotong. Artinya, dengan semakin besar persentase tongkol jagung yang ditambahkan dalam briket maka nilai kalornya juga semakin meningkat. Dari kondisi kering nilai kalor dari tongkol jagung sebesar 4059.853 kal/gr. Sedangkan nilai kalor dari blotong kering rata-rata 2174.063 kal/gr. Dengan demikian dapat diketahui bahwa nilai kalor dari tongkol jagung lebih tinggi dari pada nilai kalor dari blotong, sehingga semakin besar persentase tongkol jagung yang ditambahkan dalam briket blotong akan meningkatkan nilai kalor dari briket blotong tersebut.

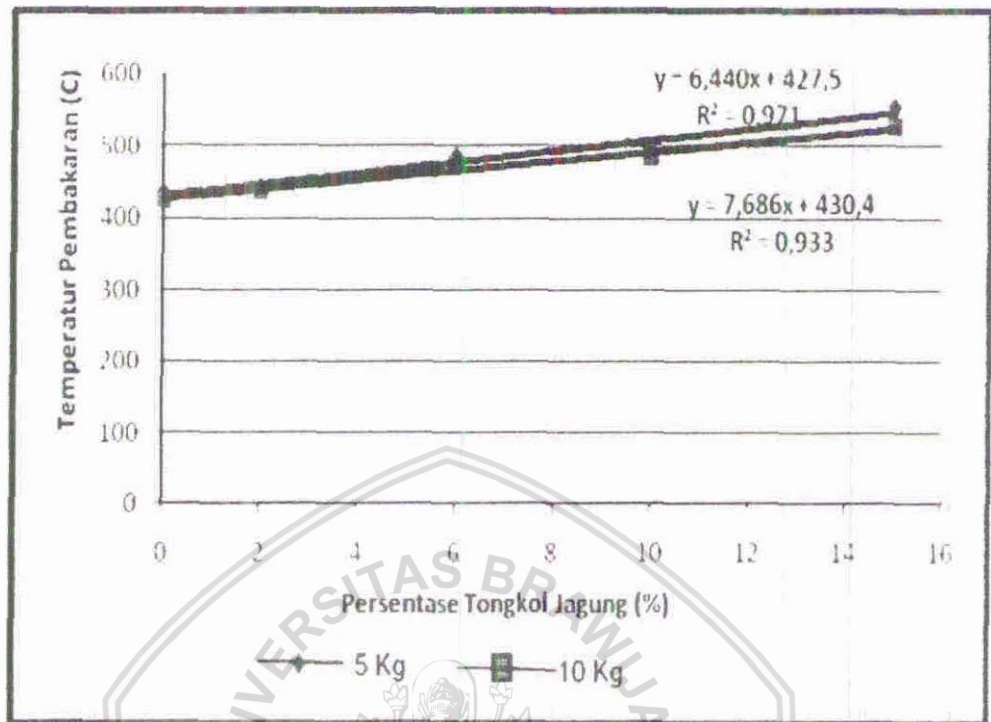
Hubungan antara penambahan tongkol jagung dengan kecepatan pembakaran briket blotong dapat dilihat pada Gb.4.2. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa ada kecenderungan peningkatan besarnya kecepatan pembakaran briket blotong dengan variasi penambahan tongkol jagung sebesar 0%-15%. Hal ini ditunjukkan dengan semakin besar persentase tongkol jagung yang ditambahkan maka kecepatan pembakarannya juga semakin meningkat. Dapat dilihat kecepatan pembakaran tertinggi terdapat pada penambahan tongkol jagung 15% yaitu sebesar 0.3321 kg/jam untuk tekanan pembriketan 5 kg dan 0.3096 kg/jam untuk tekanan pembriketan 10 kg.

Dari Gb. 4.2 tampak bahwa besarnya persentase penambahan tongkol jagung sebanding dengan besarnya kecepatan pembakaran briket blotong. Artinya, dengan semakin besar persentase tongkol jagung yang



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Kecepatan Pembakaran Briket Blotong

ditambahkan maka semakin besar pula kecepatan pembakaran briket blotong. Hal itu disebabkan karena kandungan serat tongkol jagung lebih besar bila dibandingkan dengan kandungan serat pada blotong, yaitu 29,89% untuk kandungan serat pada tongkol jagung dan 4,3-6,5% untuk kandungan serat pada blotong. Sehingga dengan semakin besar penambahan persentase tongkol jagung maka kandungan serat pada briket blotong juga semakin meningkat. Dimana serat mempunyai sifat mudah terbakar, sehingga dengan semakin besar kandungan serat pada briket blotong maka briket menjadi cepat terbakar. Selain itu, dari grafik diatas dapat diketahui bahwa kecepatan pembakaran briket blotong



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Temperatur Maksimal Pembakaran Briket Blotong Dengan Variasi Penambahan Tongkol Jagung.

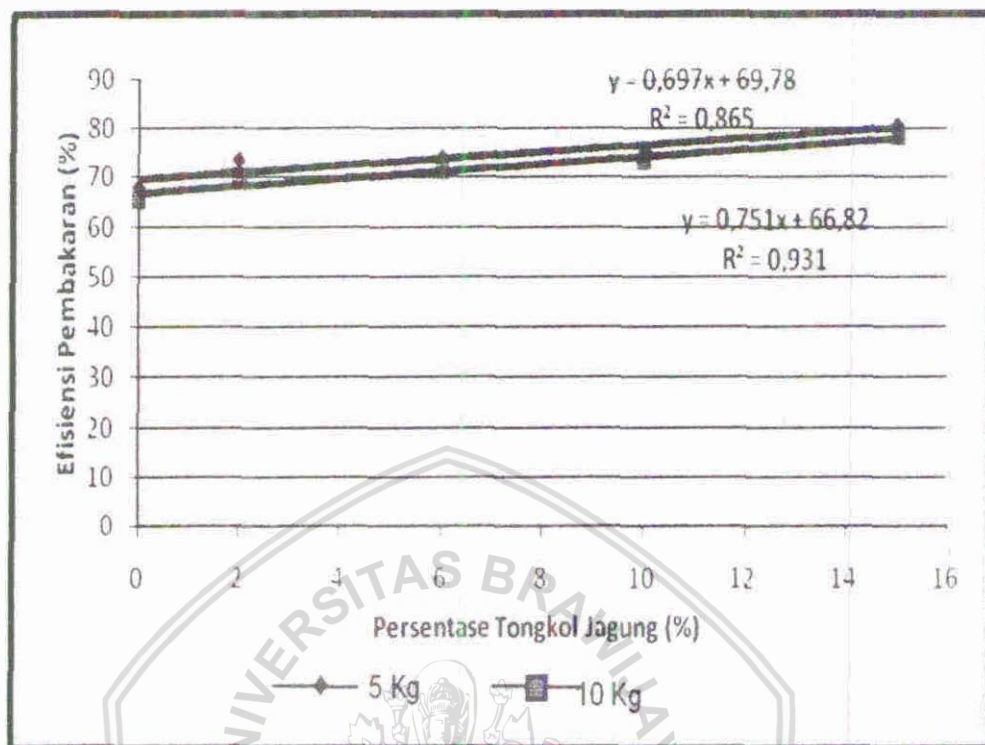
dengan tekanan pembriketan 5 kg lebih besar jika dibandingkan dengan nilai kecepatan pembakaran briket blotong dengan tekanan 10 kg. Hal ini diibabkan karena briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg mempunyai permeabilitas yang lebbi bagus, sehingga udara yang melewati briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg lebih bagus dan kecepatan pembakaranyapun lebbi cepat.

Gambar 4.3 menunjukkan grafik hubungan antara temperatur maksimal pembakaran briket blotong dengan variasi penambahan tongkd jagung. Dari grafik hubungan antara waktu pembakaran terhadap temperatur pembakaran briket blotong dengan penambahan persentase



tongkol jagung antara 0%-15% pada gambar 4.3 diatas, terlihat bahwa temperatur pembakaran briket blotong dengan penambahan tongkol jagung cenderung lebih tinggi apabila dibandingkan dengan temperatur pembakaran briket blotong murni. Pada tekanan pembriketan 5 kg temperatur maksimal dicapai oleh briket blotong dengan penambahan tongkol jagung 15% sebesar 556.256 °C. dan dicapai pada menit ke-20. Sedangkan pada tekanan pembriketan 10 kg temperatur maksimal dicapai oleh briket blotong dengan penambahan tongkol jagung 15% sebesar 526.257 °C. dan dicapai pada menit ke-25.

Pada grafik 4.3 diatas dapat diketahui bahwa semakin besar penambahan persentase tongkol jagung maka waktu pencapaian temperatur pembakaran maksimalnya semakin kecil. Selain itu, dengan semakin besar penambahan persentase tongkol jagung maka temperatur maksimalnya juga semakin besar. Hal itu disebabkan karena kandungan serat tongkol jagung lebih besar bila dibandingkan dengan kandungan serat pada blotong, yaitu 28.89% untuk kandungan serat pada tongkol jagung dan 4,3-6,5% untuk kandungan serat pada blotong. Selain itu, dengan semakin besar penambahan persentase tongkol jagung pada briket blotong nilai kalornya juga semakin meningkat, dan juga nilai kandungan abunya semakin sedikit. Dengan kandungan abu semakin sedikit, maka briket blotong menjadi lebih cepat terbakar karena abu merupakan bahan yang tidak dapat terbakar. Sehingga bahan bakar briket blotong dapat terbakar dengan sempurna.



4.4 Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Efisiensi Pembakaran Briket Blotong

Pada penelitian kali ini dilakukan tekanan pembriketan sebesar 5 kg dan 10 kg, dengan harapan dapat diketahui perbedaan dari pembriketan tersebut. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa perbedaan tekanan pembriketan tidak memengaruhi secara signifikan terhadap temperatur pembakaran. Temperatur pembakaran briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg sedikit lebih besar jika dibandingkan dengan temperatur pembakaran briket blotong dengan tekanan 10 kg. Hal ini dimungkinkan karena briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg mempunyai permeabilitas yang lebih bagus, sehingga udara lebih mudah melewati rongga-rongga dalam briket blotong dan pembakaran menjadi lebih baik,

sehingga temperatur pembakarannyapun lebih tinggi dari pada briket blotong dengan tekanan 10 kg,

Gambar 4.4 menunjukkan hubungan antara persentase penambahan tongkol jagung dengan efisiensi pembakaran briket. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa ada kecenderungan peningkatan besarnya efisiensi pembakaran briket blotong dengan variasi penambahan tongkol jagung sebesar 0%-15%. Hal ini ditunjukkan dengan semakin besar persentase tongkol jagung yang ditambahkan maka efisiensi pembakarannya juga semakin meningkat. Dapat dilihat efisiensi pembakaran tertinggi terdapat pada penambahan tongkol jagung 15% yaitu sebesar 80.7661 % untuk tekanan pembriketan 5 kg dan 78.4141 % untuk tekanan pembriketan 10 kg.

Gambar 4.4 juga menunjukkan bahwa besarnya efisiensi pembakaran briket blotong terus meningkat seiring dengan meningkatnya penambahan tongkol jagung. Hal ini disebabkan karena dengan semakin besar penambahan tongkol jagung maka besarnya nilai kalor dari briket blotong juga meningkat, selain itu kecepatan pembakarannya juga semakin meningkat, sehingga efisiensi pembakarannya ikut meningkat.

Pada penelitian kali ini dilakukan tekanan pembriketan sebesar 5 kg dan 10 kg, dengan harapan dapat diketahui perbedaan dari pembriketan tersebut. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa perbedaan tekanan pembriketan tidak memengaruhi secara signifikan terhadap efisiensi pembakaran. Efisiensi pembakaran briket blotong dengan tekanan

pembriketan 5 kg sedikit lebih besar jika dibandingkan dengan efisiensi pembakaran briket blotong dengan tekanan 10 kg. Hal ini dimungkinkan karena briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg mempunyai permeabilitas yang lebih bagus, sehingga udara yang melewati briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg lebih baik, dan kecepatan pembakarannya pun lebih tinggi dari pada briket blotong dengan tekanan 10 kg.

#### 4.3 Analisa Statistik

##### 4.3.1 Analisa Varian Satu Arah untuk Nilai Kalor

Hipotesis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U_5$$

$$H_1 : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq U_4 \neq U_5$$

$$\alpha : 0.05, F_{\text{tabel}} (0.05, 4, 5) = 5.19$$

Dari data hasil pengujian dapat dilakukan analisa varian satu arah untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung terhadap nilai kalor dari briket blotong.

Berdasarkan data pada tabel 4.2, maka dapat dihitung

$$fk = \frac{\left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right)^2}{\sum ni} = \frac{24791,527^2}{5 \times 2} = \frac{614619811}{10} = 61461981,1$$

pembriketan 5 kg sedikit lebih besar jika dibandingkan dengan efisiensi pembakaran briket blotong dengan tekanan 10 kg. Hal ini dimungkinkan karena briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg mempunyai permeabilitas yang lebih bagus, sehingga udara yang melewati briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg lebih baik, dan kecepatan pembakarannyapun lebih tinggi dari pada briket blotong dengan tekanan 10 kg,

### 4.3 Analisa Statistik

#### Analisa Varian Satu Arah untuk Nilai Kalor

Hipotesis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U_5$$

$$H_1 : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq U_4 \neq U_5$$

$$\alpha : 0.05, F_{\text{tabel}} (0.05, 4, 5) = 5.19$$

Dari data hasil pengujian dapat dilakukan analisa varian satu arah untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung terhadap nilai kalor dari briket blotong.

Berdasarkan data pada tabel 4.2, maka dapat dihitung

$$fk = \frac{\left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right)^2}{\sum ni} = \frac{24791,527^2}{5 \times 2} = \frac{614619811}{10} = 61461981,1$$



Jumlah Kuadrat Tengah

$$JKT = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 - fk$$

$$= (2234,120^2 + 2114,006^2 + 2426,303^2 + \dots) - 61461981,1 = 340255.1513$$

Harga jumlah Kuadrat perlakuan antara populasi

$$JKP = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2}{ni} - fk$$

$$= \left( \frac{4348.126^2}{2} + \frac{4876.629^2}{2} + \frac{4972.720^2}{2} + \frac{5140.878^2}{2} + \frac{5453.176^2}{2} \right) - 61461981,1$$

$$= 328723.6067$$

Jumlah kuadrat galat dalam populasi

$$JK_G = JK_T - JK_P = 340255.1513 - 328723.6067 = 11531.54457$$

Harga  $F_{hitung}$  dihitung dengan persamaan berikut

$$F_{hitung} = \frac{\frac{JKP}{K-1}}{\frac{JKG}{\sum ni - K}} = \frac{\frac{328723.6067}{5-1}}{\frac{11531.54457}{5}} = \frac{82180.90168}{2306.308914} = 35.6331$$

Kesimpulan :

Dari perhitungan diatas didapatkan  $F_{hitung} (36,6331) > F_{Tabel} (5,19)$   
 Sehingga kita dapat menyatakan bahawa  $H_0$  ditolak, berarti kita menerima  $H_1$ . Dengan demikian adanya perbedaan penambahan tongkol jagung mempengaruhi besarnya nilai kalor dari briket blotong.

## Analisa Varian Satu Arah Untuk Kecepatan Pembakaran

Hipotesis dapat dituliskan sebagai berikut

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U_5$$

$$H_1 : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq U_4 \neq U_5$$

$$\alpha : 0.05, F_{\text{tabel}}(0.05, 4, 5) = 5,19$$

Dari hasil pengujian dapat dilakukan analisa varian satu arah untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung terhadap kecepatan pembakaran.

Berdasarkan data pada tabel 4.6 maka dapat dihitung :

$$fk = \frac{\left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right)^2}{\sum ni} = \frac{2.6434^2}{5 \times 2} = \frac{6.98756356}{10} = 0.698756356$$

Jumlah Kuadrat Tengah

$$JKT = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 - fk$$

$$= (0,1357^2 + 0,1131^2 + 0,2658^2 + \dots) - 0.698756356 = 0.055276864$$

Harga jumlah Kuadrat perlakuan antara populasi

$$JKP = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2}{ni} - fk$$

$$= \left( \frac{0.2488^2}{2} + \frac{0.5143^2}{2} + \frac{0.5979^2}{2} + \frac{0.6182^2}{2} + \frac{0.6642^2}{2} \right) - 0.698756356 = 0.054855254$$

Jumlah kuadrat galat dalam populasi

$$JK_G = JK_T - JK_P = 0.055276864 - 0.054855254 = 0.00042161$$

Harga  $F_{hitung}$  dihitung dengan persamaan berikut

$$F_{hitung} = \frac{\frac{JKP}{K-1}}{\frac{JKG}{\sum ni - K}} = \frac{\frac{0.054855254}{4}}{\frac{0.00042161}{5}} = \frac{0.013713814}{8.4322E-05} = 162.6362456$$

Kesimpulan :

Dari perhitungan diatas didapatkan  $F_{hitung} (162.6362456) > F_{Tabel} (5,19)$

Sehingga kita dapat menyatakan bahwa  $H_0$  ditolak, berarti kita menerima  $H_1$ . Dengan demikian adanya perbedaan penambahan tongkol jagung mempengaruhi besarnya kecepatan pembakaran dari briket blotong.

### Analisa Varian Satu Arah untuk Efisiensi Pembakaran

Hipotesis dapat dituliskan sebagai berikut

$$H_0 : U1 = U2 = U3 = U4 = U5$$

$$H_1 : U1 \neq U2 \neq U3 \neq U4 \neq U5$$

$$\alpha : 0.05, F_{tabel} (0.05, 4, 5) = 5,19$$

Dari hasil pengujian dapat dilakukan analisa varian satu arah untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung terhadap kecepatan pembakaran. Berdasarkan data pada tabel 4.6 maka dapat dihitung :

$$fk = \frac{\left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right)^2}{\sum ni} = \frac{743.87465^2}{5 \times 2} = \frac{553349.4949}{10} = 55334.94949$$

Jumlah Kuadrat Tengah

$$JKT = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 - fk$$

$$= (66.81307^2 + 69.26854^2 + 72.45944^2 + \dots) - 55334.94949 = 178.1355231$$

Harga jumlah Kuadrat perlakuan antara populasi

$$JKP = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2}{ni} - fk$$

$$= \left( \frac{136.0816^2}{2} + \frac{147.2507^2}{2} + \frac{148.1689^2}{2} + \frac{150.8413^2}{2} + \frac{161.5322^2}{2} \right) - 55334.94949$$

$$= 165.4219381$$

Jumlah kuadrat galat dalam populasi

$$JK_G = JK_T - JK_P = 178.1355231 - 165.4219381 = 12.71358494$$

Harga  $F_{hitung}$  dihitung dengan persamaan berikut

$$F_{hitung} = \frac{\frac{JKP}{K-1}}{\frac{JKG}{\sum ni - K}} = \frac{\frac{165.4219381}{4}}{\frac{12.71358494}{5}} = \frac{41.35548453}{2.542716989} = 16.26428923$$

Pada penelitian kali ini, data yang diperoleh dari hasil pengujian dilakukan analisa varian satu arah, untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung pada briket blotong terhadap performa pembakaran

Dari hasil perhitungan didapatkan  $F_{\text{Hitung}} (36,6331) > F_{\text{Tabel}} (5,19)$  untuk nilai kalor,  $F_{\text{Hitung}} (162.6362456) > F_{\text{Tabel}} (5,19)$  untuk kecepatan pembakaran, dan  $F_{\text{Hitung}} (16.26428923) > F_{\text{Tabel}} (5,19)$  untuk efisiensi pembakaran. Sehingga kita dapat menyatakan bahwa  $H_0$  ditolak, berarti kita menerima  $H_1$ . Dengan demikian adanya perbedaan penambahan tongkol jagung mempengaruhi besarnya nilai kalor, kecepatan dan efisiensi pembakaran dari briket blotong.



## BAB V PENUTUP

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Besarnya nilai kalor, kecepatan pembakaran, efisiensi pembakaran dan temperatur pembakaran akan meningkat dengan semakin besarnya tongkol jagung yang diimbahkan. Hal ini dikarenakan nilai kalor dan kandungan serat tongkol jagung lebih besar dibandingkan nilai kalor dan kandungan serat blotong dan kandungan abu tongkol jagung semakin sedikit dibandingkan dengan kandungan abu blotong.

Pada penelitian ini nilai kalor paling besar diperoleh pada penambahan tongkol jagung sebesar 15 %, sebesar 2726.588 kal/gr, kecepatan pembakaran paling besar diperoleh pada penambahan tongkol jagung sebesar 95 % dan tekanan pembriketan 5 kg yaitu sebesar 0.3321kg/jam, efisiensi pembakaran paling besar diperoleh pada penambahan tongkol jagung sebesar 15 % dan tekanan pembriketan 5 kg yaitu sebesar 80.76609 %, temperatur pembakaran paling besar diperoleh pada penambahan tongkol jagung sebesar 15 % dan tekanan pembriketan 5 kg yaitu sebesar 556.256°C.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, dkk; 1991: *Energi dan Listrik Pertanian*; IPB, Bogor.
- Abdul Syukur, Dadam; 2006: *Integrasi Usaha Peternakan Sapi pada Perkebunan Tebu*; Dinas Kesehatan Hewan, Lampung.
- Adan, I.U; 1998: *Membuat Briket Bioarang*; Kanisius, Jogyakarta.
- Annurada, Ganesh; 2006: *Biomass Resource, Characterization And Technologies*; Energy Sistem Engginering, Bombay.
- Akbar, Nadia; 2006: *Study Oneffluents From Selected Sugar Mills In Pakistan: Potensial Environmental, Health And Economic Consequences Of An Exseseive Pollution Load*, Pakistan.
- Bhattacharya, S.C, dkk; 1990: *A Study On Improved Biomass Briquetting*; Energy Progam School Of Environment Asian Institute Of Technology, Bombay.
- Hamawi, Mahmudah; 2005: *Blotong Limbah Busuk Berenergi*; Pradya Paramita, Jakarta.
- Hudaya dan winarto; 1981: *Fisika Umum*; Armico, Bandung.
- Hugot, E; 1986: *Handbook Of Cane Sugar Enginnering*; Alsevier Publishing Company, Amsterdam.
- Kadir, Abdul; 1996: *Energi: Sumberdaya, Inovasi, Tenaga Listrik, Potensi Ekonomi*; Universitas Indonesia, Jakarta.
- Kolis, M. N; 2003: *Blotong Bisa Dimanfaatkan Untuk Bahan Bakar*, [www.terranel.com](http://www.terranel.com).
- Meunchang, Sompong dkk; 2004: *Composting Of Filter Cake And Bagasse By Product From A Sugar Mill*; Department Of Soil Science, Faculty Of Agriculture Kasesart University, Thailand.
- Soedjoko Dan Wardoyo; 1987: *Teknik Pembriketan Tanpa Karbonisasi*, Bulletin Pusat Pengembangan Teknologi Dan Mineral Vol 15 No 11.
- Sukandarrumidi; 1995: *Batubara Dan Gambut*; Gadjah Mada University Press, Jogyakarta.
- Ula, Ahcmad Zubir; 2000: *Briket Arang Kelapa*; P2B2, Bogor.
- [http ://www.energyefficiencyasia.com/pembakaran](http://www.energyefficiencyasia.com/pembakaran)

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP KETUA TIM

- |                          |   |  |
|--------------------------|---|--|
| 1. Nama Lengkap          | : | Dr.Eng Nurkholis Hamidi, ST,M.Eng  |
| 2. Tempat, Tanggal lahir | : | Sukoharjo, 21 Januari 1974   |
| 3. Jenis Kelamin         | : | Laki-laki  |
| 4. Pendidikan            | : | S-3 Mechanical and Control Engineering<br>Kyushu Institute of Technology, 2009<br>Keahlian; Teknologi Pembekuan Material Biologi |
| 5. Agama                 | : | Islam  |
| 6. Alamat Rumah          | : | Perum Bumi Asri Sengkaling CC-1. Malang  |
| No. Telp                 | : | 0341 465 425 / 0812 5929 3165  |
| 7. Alamat Kantor         | : | Jurusan Teknik Mesin FT- UB<br>Jalan MT Haryono No.167. 65145  |
| No. Telp/ fax            | : | 0341 587710/ 551430  |
| 7. Riwayat Pekerjaan     | : | Dosen Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya (1999-sekarang)   |

### Penelitian

No	Judul Kegiatan
1	Pengaruh kebisingan suara terhadap pengadukan turbulensi api difusi
2	Pengaruh medan magnet terhadap aliran lapisan pada plat datar
3	Pengaruh penurunan gaya apung terhadap api difusi
4	Pengaruh sudut swirling vane pada intake manifold terhadap unjuk kerja motor bakar 4 tak

### Publikasi Ilmiah

No	Judul Kegiatan
1	Hamidi N. and Tsuruta T. (2009) Effect of Microwave Pre-Dehydration on Ice Crystal Formation in Freezing Process, Transaction of JSME, B 75(755), 1497-1502,
2	Hamidi N. and Tsuruta T. (2008) Improvement of Freezing Quality of Food by Pre-dehydration with Microwave-Vacuum Drying, Journal of Thermal Science and Technology, Special Issue on the 2007 ASME-JSME Thermal Engineering Conference and Summer Heat Transfer Conference, Vol.3, No.1
3	Tsuruta T. and Hamidi N. (2008) A New Freezing Method Using Pre-Dehydration by Microwave-Vacuum Drying, Trans of the JSRAE, Vol.25, pp. 291-298
4	Ueda K., Hamidi N., and Tsuruta T. (2008), A Novel Freezing Method Using Preliminary Microwave Drying, Proc. of the 2008 JSRAE Annual Conf., pp.673-674
5	Hamidi N. and Tsuruta (2008), Influence of Combined Process of Microwave Dehydration and Freezing on Ice Crystal Formation in Foods, Proc. The 7 <sup>th</sup> JSME-KSME Thermal and Fluids Eng. Conf., H-331
6	Ohkubo M., Hamidi N., and Tsuruta T. (2008), Transient Freezing Characteristics of Pre-dehydrated Food by Microwave-Vacuum Drying, Proc. JSME. Conf

7	Hamidi N. and Tsuruta (2008), Effect of Microwave Pre-Dehydration on Ice Crystal Formation in Mackerel, Proc. of The 45 <sup>th</sup> Japan Heat Transfer Symposium, 1233
8	Hamidi N. and Tsuruta T(2007), Effect of Drying on Freezing Quality of Foods, Proc. of The 44 <sup>th</sup> Japan Heat Transfer Symposium, 2007-C116
9	Hamidi N., Hirata Y., and Tsuruta T. (2006), Improving Frozen Quality by Microwave Vacuum Drying as a Preliminary Process, Proc. JSME Thermal Engng. Conf., 361-362

Keterangan ini dibuat dengan sebenar benarnya dan apabila terdapat keterangan yang tidak benar saya sanggup menanggung segala resiko yang diakibatkannya

Malang, 15 Oktober 2010  
Yang membuat




NIP 107401214199903 1 001



## CURRICULUM VITAE

### A. Data Pribadi

1. Nama : I.N.G Wardana
2. Gelar : Prof., Ir., M.Eng., Ph.D.
3. Tempat/Tanggal Lahir : Denpasar / 3 Juli 1959
4. Agama : Hindu
5. Pangkat/Gol. Terakhir : Pembina Utama Muda / IV-C
6. Jabatan Akademik/Fungsi : Guru Besar
  - Program Studi : Mesin
  - Fakultas : Teknik
  - Jurusan : Mesin
7. Jabatan Struktural : Ketua Program Doktor dan Magister Program Pasca Sarjana Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
8. Alamat Rumah : Landungsari Asri C / 19 A Malang
- No. Telp. : 0341 - 460419
- No. HP : 08123393002
- e-mail : [wardana@brawijaya.ac.id](mailto:wardana@brawijaya.ac.id) / [wardana\\_ing@yahoo.com](mailto:wardana_ing@yahoo.com)

### B. Data Akademik

#### 1. Pendidikan

##### S1

- Bidang Ilmu : Teknik Mesin
- PT/Kota/Negara : Universitas Brawijaya / Malang / Indonesia
- Tahun Lulus : 1983
- Judul Skripsi : Konversi Energi Pompa Aksial

##### S2

- Bidang Ilmu : Mechanical Engineering (Thermo-fluid Mechanics)
- PT/Kota/Negara : Keio University / Yokohama / Jepang
- Tahun Lulus : 1988
- Judul Tesis : Structure of Grid Turbulent Flow Through a Heated Screen

##### S3

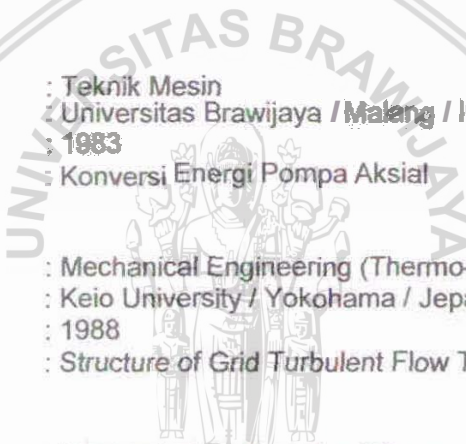
- Bidang Ilmu : Mechanical Engineering (Thermo-fluid Mechanics)
- PT/Kota/Negara : Keio University / Yokohama / Jepang
- Tahun Lulus : 1994
- Judul Desertasi : Turbulence Structure of Strongly Heated Gas Flow

- Promotor : Professor Mashahiko MIZOMOTO, Ph.D.
- Ko-Promotor I : Professor Tosihisha UEDA, Ph.D.
- Ko-Promotor II : -

2. Bidang Keahlian : Konversi Energi
3. Tanggal Pengukuhan : 20 Desember 2003

#### 4. Matakuliah yang diajarkan Program S1

- : Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran
- : Dinamika Gas
- : Turbin Gas
- : Teknik Pengukuran dan Instrumentasi
- : Komputasi Dinamika Fluida
- : Metode Penelitian



- Program S2 : Mekanika Fluida Lanjut  
: Teknik Pengukuran Fluida dan Termal  
Matematika Rekayasa  
: Fuel Cell
- Program S3 : Analisa Pemodelan Sistem

- C. Karya Ilmiah Penting**
- : 1. Wardana, I.N.G., Ueda, T., Kurihara, S., Mizomoto, M.  
"Turbulence Structure in an Annuli with Strongly Heated Inner Cylinder, Experiments in Fluids", Springer-Verlag, 27(2), pp. 137-144, 1999.
  - : 2. Wardana, ING, Saifuddin B, Agung SW."Pemanfaatan Coal Oil Mixture (COM) Untuk Pengganti Bahan Bakar Minyak pada Boiler Industri", Jurnal Ilmu-ilmu Teknik (Engineering) Brawijaya, Vol.13(1), pp.1-10, 2001.
  - : 3. Wardana I.N.G., Getaran Pipa Akibat Aliran Fluida "Media Teknik – Majalah Ilmiah Teknologi FT UGM, No.1 Tahun XXV, pp. 40-45, 2003
  - : 4. Wardana, I.N.G., Santoso, P.B., Wiyono, "Penerapan Chaotic Mixing Untuk Modifikasi Proses Pencampuran Resin Pada Mixer Static dalam Transfer Molding", Jurnal Ilmu-ilmu Teknik (Engineering) Unibraw, Vol.15(1), pp. 7-16, 2003
  - : 5. Wardana ING and Sawada T, Energy Situation in Indonesia, JSME Journal Vol.108, p.1045, 2005
  - : 6. Wardana ING, Eko Siswanto, "Stimulasi Gerakan Chaos Air Pada Ketidakstabilan Rayleigh-Benard Dalam Ketel Uap Untuk Meningkatkan Efisiensi Konversi Energi", Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik (engineering) Unibraw, Vol. 18, No., 2006
  - : 7. Wardana ING and Imam Zaky, Combustion Characteristics of Jatropha Oil Droplet, International Journa Transport Phenomena Vol. 10, No. 3, p.197-202, 2008
  - : 8. Wardana ING, Kawasaki H, Ueda T, Near-field instability of variable property jet in normal gravity and microgravity fields, Experiments in Fluids, Springer Vol. 47, p.239-249, 2008
  - : 9. Wardana ING, Combustion Characteristics of Jatropha Oil at Various Oil Temperature, Fuel, Elsevier, 2009

#### D. PENELITIAN YANG PERNAH DILAKUKAN

No.	Judul Penelitian	Tim Peneliti	Sumber Dana	Tahun
1.	Pemanfaatan Coal Oil Mixture (COM) Untuk Pengganti Bahan Bakar Minyak pada Boiler Industri	I.N.G. Wardana, Saifudduin B., Agung S.W.	Hibah Bersaing DIKTI	2001
2.	Pemanfaatan Teknologi Chaos untuk	I.N.G. Wardana dan As'ad Sonief	m a	2001 2002-

3.	Proses Pengadukan Bahan Makanan dari Tepung Bogasari	I.N.G. Wardana, P.B. Santoso, Wiyono	RUT, Ristek	2003
4.	Pemanfaatan Teknologi <i>Chaos</i> Untuk Proses Pengadukan Resin Pada	I.N.G. Wardana, Eko Siswanto	Hibah Bersaing DIKTI	2004-2005
5.	<i>Mixer Statis</i> dalam Sistem Transfer	T. UEDA, I.N.G. Wardana	NEDO & DAIDO	2006-2007
6.	<i>Molding</i> .		METAL	
7.	Peningkatan Efisiensi Ketel Uap dengan Stimulasi Gerak <i>Chaos</i> Air	I.N.G. Wardana	Hibah Kompetensi DIKTI	2008-2010
	Small Steam Methanol Reformer for Hydrogen Production	Slamet Wahyudi, I.N.G Wardana, Agustinus Ariseno	BPP FT-UB	2009
	Pengembangan Teknologi Pembakaran Minyak Nabati dan Teknologi Reformer Untuk Mengubahnya Menjadi Hidrogen			
	Karakteristik Sifat Fisik dan Konversi Biodiesel Dari Minyak Kelapa			

#### E. Pengalaman Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

No.	Judul	Tim Peneliti	Sumber Dana	Tahun
1.	Peningkatan Efisiensi Pembakaran Tungku Keramik di Desa	I.N.G. Wardana	DIKTI	2002
2.	Landungsari Panitia Water-Rocket untuk siswa SMP se	I.N.G. Wardana, Sofyan	LAPAN	2005
3.	ASIA-Fasific di Kyushu Jepang	I.N.G. Wardana, Sudjito, S.	PTP 12 Jember	2007
4.	Identifikasi kondisi mesin diesel berbahan bakar minyak jarak Peningkatan kualitas tuangan logam	Wahyono S., I.N.G. Wardana	DIKTI	2008-2009



## F. PUBLIKASI

### Publikasi Jurnal

No.	Nama Tim Peneliti	Judul Publikasi	Nama Jurnal	Volume	Tahun	Halaman
1.	Wardana, I.N.G., Ueda, T., Mizomoto, M	Structure of Turbulent Two-Dimensional Channel Flow with Strongly Heated Wall	<i>Experiments in Fluids</i> , Springer Verlag	Vol. 13	1992	17-25
2.	Wardana, I.N.G., Ueda, T., Mizomoto, M	Effect of Strong Wall Heating on Turbulence Statistics of A Channel Flow	<i>Experiments in Fluids</i> , Springer Verlag	Vol. 18	1994	87-94
3	Wardana, I.N.G., Ueda, T., Mizomoto, M	Velocity-Temperature Correlation Measurements in Strongly Heated Channel Flow	<i>Experiments in Fluids</i> , Springer Verlag	Vol. 18	1995	454-461
4.	Wardana, I.N.G., Ueda, T., Kurihara, S., Mizomoto, M.	Turbulence Structure in an Annuli with Strongly Heated Inner Cylinder.	<i>Experiments in Fluids</i> , Springer Verlag	Vol. 27	1999	137-144
5.	Wardana, I.N.G., Baedowie, S., Widodo, A.S	Pemanfaatan Coal-Oil Mixture (COM) untuk Pengganti Bahan Bakar Minyak pada Boiler Industri	<i>Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik (engineering)</i> Unibraw	Vol.13(1)	2001	1-10
6.	I.N.G. Wardana	Getaran Pipa Terinduksi Aliran Fluida	<i>Majalah Ilmiah Teknologi, FT. UGM</i>	24/1	2003	40-45
7.	Wardana, I.N.G., Santoso, P.B., Wiyono	Penerapan Chaotic Mixing untuk Modifikasi Proses Percampuran Resin pada Mixer Static dalam Transfer Molding	<i>Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik (engineering)</i> Unibraw	15/1	2003	7-16
8.	Wardana ING, Sawada T	Energy Situation in Indonesia	<i>JSME Journal</i>	Vol. 108 No. 1045	2005	6-7

9.	Wardana I.N.G., Hastono Wijaya, Eko Siswanto	Parameter Penentu Gerakan Chaos Air Pada Ketidakstabilan Rayleigh-Benard dalam Ketel Uap	<i>Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik (engineering) Unibraw</i>	Vol. 18 No. 1	2006	13-20
10.	Wardana I.N.G., Imam Zaky	Combustion Characteristics of Jatropha Oil Droplet	<i>International Journ Transport Phenomena</i>	Vol. 10 No. 3	2008	197-202
11.	Wardana ING, Kawasaki H, Ueda T	-field instability of variable property jet in normal gravity and microgravity fields	<i>Near, Experiments in Fluids, Springer</i>	Vol. 47	2009	239-249
12.	Wardana I.N.G.	Combustion Characteristics of Jatropha Oil Droplet at various oil temperature	<i>Fuel Journal, ELSEVIER</i>	In prss	2009	

#### Publikasi Oral/Poster

No.	Nama Tim Peneliti	Judul Publikasi	Forum Seminar	Penyelenggara (Institusi)	Tanggal
1.	Wardana, I.N.G., Ueda, T., Kurihara, S., Mizomoto, M.	Turbulent Structure in An Annuli with Strongly Heated Inner Cylinder	<i>International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion</i>	Yogyakarta (Indonesia)	1997
2.	Wardana IN& Imam Zaki	A Study on Combustion Characteristics of Gasoline-Alcohol Blends in Magnetic Field	<i>9<sup>th</sup> International Pacific Conference on Automotive Engineering</i>	Bali (Indonesia)	1997
3.	Wardana ING	Pengaruh Kebisingan Terhadap Struktur Turbulensi di dalam Aliran Lapisan Batas	<i>Aerodynamics Theory, Experiment and Application</i>	Bandung (Indonesia)	1998
4.	Wardana ING	Effect of Sound Noise on Turbulence Structure in A Boundary Layer Flow	<i>3<sup>rd</sup> International Symposium on Advanced and Aerospace Science &amp; Technology in Indonesia</i>	Jakarta (Indo nesia)	1998

5.	Wardana ING, Oyong Novareza, Imam Z	The Role of Accumulator in Reducing Energy Consumption on A Gasoline Engine	<i>FISITA Seoul 2000 World Automotive Congress</i>	Seoul, Korea	2000
6.	Wardana ING	Chaos in Fluid Mechanics...fa Energy Conservation	<i>Two Day Collaboration University-Ke University oieio Energy, Environment, and New Trend in Mechanical Engineering</i>	FT. Unibraw, Malang	
7.	Wardana ING, Imam Z	Combustion characteristics of jatropa oil droplet	18 <sup>th</sup> International Symposium on Transport Phenomena / ISTEP- 18	Dejeon, Korea	2007
8.	Wardana ING, Imam Z	Combustion characteristics of jatropa-oil methyl ester droplet in magnetic field	19 <sup>th</sup> International Symposium on Transport Phenomena / ISTEP- 19	Univ. Of Reykjavik, Iceland	2008
9.	Wardana ING	Combustion characteristics of jatropa oil droplet	20 <sup>th</sup> International Symposium on Transport Phenomena / ISTEP- 20	Univ. Of Victoria, Canada	7-10 Juli, 2009
10.	Wardana ING	The Dynamics of Jatropa Oil Combustion	10 <sup>th</sup> Conference on "Dynamical Systems – Theory and Applications	Technical Univ. Of Lodz, Poland	7-10 Desember 2009

#### H. Bahan Ajar

No.	Bahan Ajar
1.	Pembakaran (1995)
2.	Turbin Gas dan Sistem Propulsi (1996)
3.	Matematika Rekayasa (2001)
4.	Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran (2008)



## I. Pengalaman Perolehan HAKI

No.	Tahun	Judul /Tema HKI	Jenis	Nomor Sertifikat
1	2007	Pengkabut Cawan Berputar	Sederhana	ID 0 000 773 S

## J. Pengalaman

No.	Jabatan	Periode
1.	Ketua Kelompok Konversi Energi	1988-1990
2.	Ketua Lab Motor Bakar dan Sistem Propulsi	1994-2000
3.	Ketua Program S2 Teknik Mesin	2001-2003
4.	Sekretaris Lembaga Penelitian	2004-2006
5.	Professor Luar Biasa di Faculty of Science & Technology, Keio University, Yokohama, Jepang	2006-2007
6.	Vice chair JSME International untuk Indonesia	2007-2009
7.	Ketua Lab. Motor Bakar	2008-2009
8.	Ketua Program Doktor dan Magister Pascasarjana Fakultas Teknik	2009-sekarang

Malang, 15 Oktober 2010  
Yang membuat



Prof.Ir. ING Wardana, M.Eng, Ph.D  
NIP 19740121 199903 1 001

## CURRICULUM VITAE

### A. Data Pribadi

- |                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. Nama                    | : Handono Sasmito               |
| 2. Gelar                   | : Ir., M.Eng. Sc.               |
| 3. Tempat/Tanggal Lahir    | : Malang / 16 Februari 1948     |
| 4. Agama                   | : Katolik                       |
| 5. Pangkat/Gol. Terakhir   | : Pembina Utama Muda / IV C     |
| 6. Jabatan Akademik/Fungsi | : Lektor Kepala                 |
| Program Studi              | : Teknik Mesin                  |
| Fakultas                   | : Teknik                        |
| Jurusan                    | : Mesin                         |
| 7. Jabatan Struktural      | : KKDK Teknik Industri          |
| 8. Alamat Rumah            | : Jl. Simpang Langsep 14 Malang |
| No. Telp.                  | : 0341 - 565436                 |
| No. HP                     | : 0816551150                    |

### B. Data Akademik

#### 1. Pendidikan

##### S1

- |                |                              |
|----------------|------------------------------|
| Bidang Ilmu    | : Mesin                      |
| PT/Kota/Negara | : ITS / Surabaya / Indonesia |
| Tahun Lulus    | : 1972                       |

##### S2

- |                |                                       |
|----------------|---------------------------------------|
| Bidang Ilmu    | : Mechanical & Industrial Engineering |
| PT/Kota/Negara | : UNSW / Sydney / Australia           |
| Tahun Lulus    | : 1987                                |

#### Matakuliah yang diasuh

##### Program S1

- |                              |
|------------------------------|
| : Mekanika Fluida            |
| : Manajemen Energi           |
| : Manajemen Industri         |
| : Motor Bakar                |
| : Mesin-mesin Thermal Fluida |

Malang, 15 Oktober 2010

Dosen Yang Bersangkutan



Ir. Handono Sasmito, M.Eng.Sc

NIP. 19480216 198003 1 001



## CURRICULUM VITAE MAHASISWA S1

Mahasiswa yang terlibat dalam penelitian :

1. Nama Lengkap : M. Zaenal Asrori
2. Status : Mahasiswa S1 Jurusan Mesin Fakultas Teknik Unibraw
3. Bidang Konsentrasi : Konversi Energi
4. Tempat, Tgl. Lahir : Kediri, 17 September 1988
5. Jenis Kelamin : Laki-laki
6. Alamat Universitas : Universitas Brawijaya Fakultas Teknik Jurusan Mesin  
Jl. Mayjen Haryono 167 Malang  
Telp. (0341) 554291, 569103, Fax.(0341)554291
7. Alamat Rumah : Dsn. Patilaler RT/RW 03/01 Ds. Deyeng  
Kec. Ringinrejo 64173 Kab. Kediri  
Telp. 085652075009
8. Pendidikan :
  - ♦ Tahun 2000 : Lulus MI Hidayatus Sibyan Ds. Deyeng Kab. Kediri
  - ♦ Tahun 2003 : Lulus MIS Negeri Kandat Kab. Kediri
  - ♦ Tahun 2006 : Lulus MAN 3 Kota Kediri
9. Pengalaman kerja :
  - ♦ Praktek Kerja Lapangan di Pabrik Gula Kerebet Baru, Kerebet, Kec.Bululawang Kab. Malang selama satu bulan.

Malang, 15 Oktober 2010

1300278

M. ZAENAL ASRORI

